

540399

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 7 月 15 日 (15.07.2004)

PCT

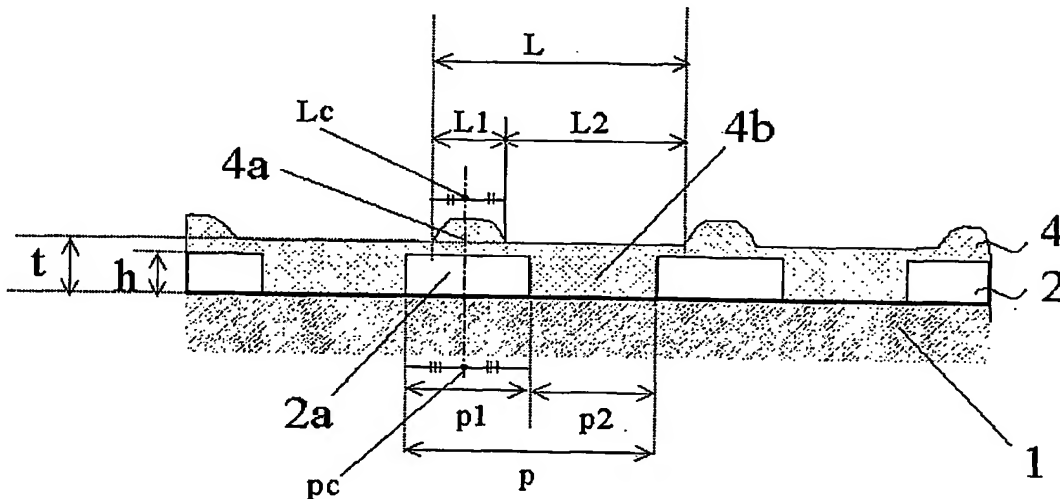
(10) 国際公開番号  
WO 2004/059837 A1

- |   |  |
|---|--|
| <p>(51) 国際特許分類: H03H 9/145, 9/25, 9/64</p> <p>(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/016513</p> <p>(22) 国際出願日: 2003 年 12 月 24 日 (24.12.2003)</p> <p>(25) 国際出願の言語: 日本語</p> <p>(26) 国際公開の言語: 日本語</p> <p>(30) 優先権データ:<br/>特願 2002-374396<br/>2002 年 12 月 25 日 (25.12.2002) JP<br/>特願 2002-374397<br/>2002 年 12 月 25 日 (25.12.2002) JP<br/>特願 2002-374398<br/>2002 年 12 月 25 日 (25.12.2002) JP<br/>特願 2002-374402<br/>2002 年 12 月 25 日 (25.12.2002) JP</p> | <p>(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).</p> <p>(72) 発明者; および</p> <p>(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 高山 了一 (TAKAYAMA, Ryouichi) [JP/JP]; 〒573-1192 大阪府枚方市西禁野2丁目21-19 Osaka (JP). 中西 秀和 (NAKANISHI, Hidekazu) [JP/JP]; 〒572-0004 大阪府寝屋川市成田町6-7-203 Osaka (JP). 井上 孝 (INOUE, Takashi) [JP/JP]; 〒565-0852 大阪府吹田市千里山竹園2丁目7-10-1003 Osaka (JP). 川崎 哲生 (KAWASAKI, Tetsuo) [JP/JP]; 〒576-0012 大阪府交野市妙見東5-6-9 Osaka (JP). 長谷川 弘治 (HASEGAWA, Kouji) [JP/JP]; 〒050-0081 北海道室蘭市日の出町2丁目9-12-B203 Hokkaido (JP). 岩崎 行緒</p> |
|---|--|

[続葉有]

(54) Title: ELECTRONIC COMPONENT AND ELECTRONIC APPARATUS USING THIS ELECTRONIC COMPONENT

(54) 発明の名称: 電子部品およびこの電子部品を用いた電子機器



(57) Abstract: An electronic component for improving temperature characteristics and electric characteristics, comprising a substrate (1), an interdigital electrode (2) provided on the top surface of the substrate (1), and a protection film (4) covering the interdigital electrode (2) and having an irregular shape on the top surface thereof. When the pitch width per pitch of the irregular shape of the protection film (4) is L, the width of the projection (4a) of the irregularity per pitch of the irregular shape of the protection film (4) is L1, the width of a recess (4b) L2, the pitch width per pitch of the interdigital electrode (2) p, a width per electrode digit constituting the interdigital electrode (2) p1, and a width between electrode digits p2, respective parameters are set so as to satisfy the relations  $L1 \leq p1$ , and  $L2 \geq p2$  ( $L \geq p$ ,  $p1 + p2 = p$ ,  $L1 + L2 = L$ ).

(57) 要約: 本発明は、電子部品に関し、温度特性および電気的特性を向上させることを目的とする。そして、上記目的を達成するために、本発明の電子部品は、基板 (1) と、基板 (1) の上

[続葉有]

WO 2004/059837 A1



(IWASAKI, Yukio) [JP/JP]; 〒595-0805 大阪府 泉北郡 忠岡町 忠岡東1丁目18-41-B202 Osaka (JP).

(74) 代理人: 小谷 悦司, 外(KOTANI, Etsuji et al.); 〒530-0005 大阪府 大阪市 北区中之島2丁目2番2号ニテメンビル2階 Osaka (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

— 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

面に設けた櫛型電極(2)と、櫛型電極(2)を覆うとともに天面に凹凸形状を有する保護膜(4)とを有している。保護膜(4)の凹凸形状の1ピッチあたりのピッチ幅をL、保護膜(4)の凹凸形状の1ピッチあたりの凹凸の凸部(4a)の幅をL1、凹部(4b)の幅をL2、櫛型電極(2)の1ピッチあたりのピッチ幅をp、櫛形電極(2)を構成する電極指1本あたりの幅をp1、電極指間の幅をp2としたとき、 $L1 \leq p1$ 、かつ $L2 \geq p2$  (ただし、 $L = p$ 、 $p1 + p2 = p$ 、 $L1 + L2 = L$ の関係を満たす)となるように各パラメータが設定される。

## 明 細 書

## 電子部品およびこの電子部品を用いた電子機器

## 技術分野

本発明は、電子部品およびこの電子部品を用いた電子機器に関するものである。

## 背景技術

以下、従来の電子部品について説明する。

本従来の技術では、電子部品の一例として弾性表面波デバイス（以下、「SAWデバイス」と記す。）を例にとり説明する。

近年、小型軽量なSAWデバイスは、各種移動体通信端末機器等の電子機器に多く使用されている。特に、800MHz～2GHz帯における携帯電話システムの無線回路部には、タンタル酸リチウム（以下、「LT」と記す。）基板の切出角度が、X軸周りのZ軸方向への回転角度が $36^\circ$ であるY板から切出された、いわゆる $36^\circ$  YカットX伝播のLT（以下、「 $36^\circ$  YLT」と記す。）基板を用いて作成したSAWフィルタが広く用いられてきた。しかし、携帯電話のシステムやその無線回路部におけるフィルタの使用箇所によっては、さらなる通過帯域の低挿入損失化およびフィルタのスカー特性が急峻で、かつ阻止域における抑圧度の高いフィルタ特性が要求されている。この様な要求を満たすため、LT基板の切出角度が、X軸周りのZ軸方向への回転角度が $42^\circ$ であるY板から切出された、いわゆる $42^\circ$  YカットX伝播のLT（以下、「 $42^\circ$  YLT」と記す。）基板を用いることで、従来の $36^\circ$  YLT基板を用いるよりも、より低損失かつフィルタのスカー特性が急峻なSAWフィルタを実現する方法が、特開平9-167936号公報に示されている。

しかしながら、 $42^\circ$  YLT基板は、従来の $36^\circ$  LT基板同様、弾性表面波の伝播方向の基板の熱膨張係数が大きく、また弾性定数そのものも温度により変化するため、フィルタの周波数特性も温度の変化に対して約 $-35 \text{ ppm}/^\circ\text{K}$ と、大きくシフトしてしまうという、温度特性に課題を有していた。例えばアメリカの

PCS用の送信フィルタを例にとって考えた場合、常温で中心周波数1.88GHzのフィルタが、常温±50℃で、約±3.3MHzつまり約6.6MHzも変動する。PCSの場合、送信帯域と受信帯域の間隔は20MHzしかなく、製造上の周波数ばらつきも考慮すると、フィルタにとっての送受信間隔は実質10MHz程度しかない。このため、例えば送信帯域を全温度（常温±50℃）で確保しようとする受信側の減衰量が十分に取れなくなるという問題を有していた。

#### 発明の開示

本発明は、上記従来の課題を解決するものであり、電極上に保護膜を形成することによって温度特性および電気的特性が優れた電子部品を得ることを目的とするものである。

上記目的を達成するために、本発明の第1の態様は電子部品であって、この電子部品に設けた天面に凹凸形状を有する保護膜は、保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凸部の頂部までの高さを $t$ 、この保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凹部の底部までの高さを $t_1$ 、この保護膜の凸部の頂部からこの保護膜の凹部の底部までの高さ（ $t - t_1$ ）を $t_2$ とし、この保護膜の凹凸形状の1ピッチあたりのピッチ幅を $L$ 、前記保護膜の凹凸形状の1ピッチあたりの凹凸の凸部の幅を $L_1$ 、凹部の幅を $L_2$ 、前記櫛型電極の1ピッチあたりのピッチ幅を $p$ 、前記櫛形電極を構成する電極指1本あたりの幅を $p_1$ 、前記電極指間の幅を $p_2$ 、前記櫛型電極の膜厚を $h$ としたとき、

$$t_2 \leq h$$

（ただし、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 = p$ 、 $L_1 + L_2 = L$ 、 $L_1 \leq p_1$ 、 $L_2 \geq p_2$ の関係を満たす）であるもので、電極上の保護膜の形状の影響を減らし、不要なSAWの反射の発生を抑えることにより、結果として、保護膜が電極を覆うように形成されかつその表面に凹凸状態が存在する場合においても、特性の良い電子部品を得ることができるという作用を有する。

また、本発明の第2の態様は電子部品であって、この電子部品に設けた天面に凹凸形状を有する保護膜は、この保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凸部の頂部までの高さを $t$ 、この保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凹

部の底部までの高さを  $t_1$ 、この保護膜の凸部の頂部からこの保護膜の凹部の底部までの高さ ( $t - t_1$ ) を  $t_2$  とし、この保護膜の凹凸形状の 1 ピッチあたりのピッチ幅を  $L$ 、前記保護膜の凹凸形状の 1 ピッチあたりの凹凸の凸部の幅を  $L_1$ 、凹部の幅を  $L_2$ 、前記櫛型電極の 1 ピッチあたりのピッチ幅を  $p$ 、前記櫛形電極を構成する電極指 1 本あたりの幅を  $p_1$ 、前記電極指間の幅を  $p_2$ 、前記櫛型電極の膜厚を  $h$  としたとき、

$$h \leq t_2$$

(ただし、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 = p$ 、 $L_1 + L_2 = L$ 、 $L_1 \leq p_1$ 、 $L_2 \geq p_2$  の関係を満たす) であるもので、保護膜が電極を覆うように形成された場合でも、電極部分と電極指間との間に基板にかかる質量の差を設けることで、電極端部における SAW の反射係数の低下を抑制、または向上させることができ、その結果、小型で特性の良い電子部品を得ることができるという作用を有する。

また、本発明の第 3 の態様は電子部品であって、この電子部品に設けた天面がほぼ平坦な保護膜は、保護膜と接する前記基板表面からこの保護膜の上面までの高さを  $t$ 、前記櫛型電極の 1 ピッチあたりのピッチ幅を  $p$  としたとき、前記基板は、タンタル酸リチウム基板であって、かつこのタンタル酸リチウム基板の切出し角度が、 $X$  軸周りに  $Z$  軸方向への回転角度を  $D^\circ$  とした場合、

$$3.8^\circ \leq D^\circ$$

の  $Y$  板から切出されたものであり、かつ

$$18\% \leq t / (2 \times p) \leq 35\%$$

とすることで、温度特性の変化が少なく、かつ特性の良好な電子部品を得ることができるという作用を有する。上記目的を達成するために、本発明の第 1 の発明は、電子部品に設けた天面に凹凸形状を有する保護膜は、保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凸部の頂部までの高さを  $t$ 、この保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凹部の底部までの高さを  $t_1$ 、この保護膜の凸部の頂部からこの保護膜の凹部の底部までの高さ ( $t - t_1$ ) を  $t_2$  とし、この保護膜の凹凸形状の 1 ピッチあたりのピッチ幅を  $L$ 、前記保護膜の凹凸形状の 1 ピッチあたりの凹凸の凸部の幅を  $L_1$ 、凹部の幅を  $L_2$ 、前記櫛型電極の 1 ピッチあたりのピッチ幅を  $p$ 、前記櫛形電極を構成する電極指 1 本あたりの幅を  $p_1$ 、前記電極指間の幅を  $p_2$

2、前記櫛型電極の膜厚を $h$ としたとき、

$$t_2 \leq h$$

(ただし、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 = p$ 、 $L_1 + L_2 = L$ 、 $L_1 \leq p_1$ 、 $L_2 \geq p_2$ の関係を満たす)であるもので、電極上の保護膜の形状の影響を減らし、不要なSAWの反射の発生を抑える事により、結果として、護膜が電極を覆うように形成されかつその表面に凸凹状態が存在する場合においても、特性の良い電子部品を得ることができるという作用を有する。

また、本発明の第4の態様は電子部品であって、この電子部品に設けた天面に凹凸形状を有する保護膜は、この保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凸部の頂部までの高さを $t$ 、この保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凹部の底部までの高さを $t_1$ 、この保護膜の凸部の頂部からこの保護膜の凹部の底部までの高さ( $t - t_1$ )を $t_2$ とし、この保護膜の凹凸形状の1ピッチあたりのピッチ幅を $L$ 、前記保護膜の凹凸形状の1ピッチあたりの凹凸の凸部の幅を $L_1$ 、凹部の幅を $L_2$ 、前記櫛型電極の1ピッチあたりのピッチ幅を $p$ 、前記櫛形電極を構成する電極指1本あたりの幅を $p_1$ 、前記電極指間の幅を $p_2$ 、前記櫛型電極の膜厚を $h$ としたとき、

$$h \leq t_2$$

(ただし、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 = p$ 、 $L_1 + L_2 = L$ 、 $L_1 \leq p_1$ 、 $L_2 \geq p_2$ の関係を満たす)であるもので、保護膜が電極を覆うように形成された場合でも、電極部分と電極指間との間に基板にかかる質量の差を設けることで、電極端部におけるSAWの反射係数の低下を抑制、または向上させることができ、その結果、小型で特性の良い電子部品を得ることができるという作用を有する。

また、本発明の第5の態様は電子部品であって、この電子部品に設けた天面がほぼ平坦な保護膜は、保護膜と接する前記基板表面からこの保護膜の上面までの高さを $t$ 、前記櫛型電極の1ピッチあたりのピッチ幅を $p$ としたとき、前記基板は、タンタル酸リチウム基板であって、かつこのタンタル酸リチウム基板の切出し角度が、 $X$ 軸周りに $Z$ 軸方向への回転角度を $D^\circ$ とした場合、

$$38^\circ \leq D^\circ$$

の $Y$ 板から切出されたものであり、かつ

$$18\% \leq t / (2 \times p) \leq 35\%$$

とすることで、温度特性の変化が少なく、かつ特性の良好な電子部品を得ることができるという作用を有する。

また、本発明の第6の態様は電子部品であって、この電子部品に設けた天面に凹凸形状を有する保護膜は、この保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凸部の頂部までの高さを $t$ 、この保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凹部の底部までの高さを $t_1$ 、この保護膜の凸部の頂部からこの保護膜の凹部の底部までの高さ( $t - t_1$ )を $t_2$ とし、この保護膜の凹凸形状の1ピッチあたりのピッチ幅を $L$ 、前記保護膜の凹凸形状の1ピッチあたりの凹凸の凸部の頂部の幅を $L_1$ 、凹部の幅を $L_2$ 、前記ピッチ幅 $L$ と( $L - L_2$ )との比 $(L - L_2) / L$ を $\eta'$ 、前記櫛型電極の高さを $h$ 、前記櫛型電極の1ピッチあたりのピッチ幅を $p$ 、前記櫛形電極を構成する電極指1本あたりの幅を $p_1$ 、前記電極指間の幅を $p_2$ 、前記櫛型電極のピッチ $p$ と前記電極指1本の幅 $p_1$ との比 $p_1 / p$ を $\eta$ としたとき、

$$h \leq t_2$$

(ただし、 $\eta' = 0.3 < \eta \leq \eta'$ 、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 \div p$ 、 $L_1 > p_1$ の関係を満たす)であるもので、電極指端面での物理的なSAWの反射面と保護膜凹部の端部での物理的な反射面とのずれを一定範囲に抑え、保護膜が電極を覆うように形成された場合においても、保護膜の凸部の頂部と保護膜の凹部の底部との間で、一定以上の段差を設けることにより十分なSAWの反射係数を確保し、より小型で性能の良い電子部品を得ることができるという作用を有する。

また、本発明の第7の態様は電子部品であって、この電子部品に設けた天面に凹凸形状を有する保護膜は、この保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凸部の頂部までの高さを $t$ 、この保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凹部の底部までの高さを $t_1$ 、この保護膜の凸部の頂部からこの保護膜の凹部の底部までの高さ( $t - t_1$ )を $t_2$ とし、この保護膜の凹凸形状の1ピッチあたりのピッチ幅を $L$ 、前記保護膜の凹凸形状の1ピッチあたりの凹凸の凸部の頂部の幅を $L_1$ 、凹部の幅を $L_2$ 、前記櫛型電極の高さを $h$ 、前

記櫛型電極の1ピッチあたりのピッチ幅を $p$ 、前記櫛形電極を構成する電極指1本あたりの幅を $p_1$ 、前記電極指間の幅を $p_2$ としたとき、

$$h \leq t_2$$

(ただし、 $L_1 + L_2 < L$ 、 $L_2 < p_2$ 、 $L_1 \leq p_1$ 、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 \div p$ の関係を満たす)であるもので、保護膜の凹凸の凸部の頂部の端部と凹部の底部の端部との間において、保護膜の凸部の頂部からこの保護膜の凹部の底部までの高さ $t_2$ を緩やかに変化させることで、保護膜の凹凸の特性への影響を緩和すると同時に、電極指部分と電極指間において、基板にかかる質量に一定以上の差を設けることで、SAWの反射係数を確保し、保護膜が電極を覆うように形成された場合においても、小型で性能の良い電子部品を得ることができるという作用を有する。

また、本発明の第8の態様は電子部品であって、この電子部品に設けた天面に凹凸形状を有する保護膜は、この保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凸部の頂部までの高さを $t$ 、この保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凹部の底部までの高さを $t_1$ 、この保護膜の凸部の頂部からこの保護膜の凹部の底部までの幅( $t - t_1$ )を $t_2$ とし、この保護膜の凹凸形状の1ピッチあたりのピッチ幅を $L$ 、前記保護膜の凹凸形状の1ピッチあたりの凹凸の凸部の頂部の幅を $L_1$ 、凹部の幅を $L_2$ 、前記ピッチ幅 $L$ と( $L - L_2$ )との比 $(L - L_2) / L$ を $\eta'$ 、前記電極指の高さを $h$ 、前記櫛型電極の1ピッチあたりのピッチ幅を $p$ 、前記櫛形電極を構成する電極指1本あたりの幅を $p_1$ 、前記電極指間の幅を $p_2$ 、前記櫛型電極のピッチ $p$ と前記電極指1本の幅 $p_1$ との比 $p_1 / p$ を $\eta$ としたとき、

$$0 < t_2 < h$$

(ただし、 $\eta' - 0.3 < \eta \leq \eta'$ 、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 \div p$ 、 $L_1 > p_1$ の関係を満たす)であるもので、電極指端面での電氣的なSAWの反射面と保護膜凹部の端部での物理的な反射面とのずれを一定範囲に抑え、かつ、保護膜の凹凸形状の凹凸の程度を一定範囲内に設定することで $\text{SiO}_2$ 膜の形状のSAWの伝播への影響を抑え、保護膜が電極を覆うように形成された場合においても、性能の良い電子部品を得ることができるという作用を有する。



また、本発明の第 9 の態様は電子部品であって、この電子部品に設けた天面に凹凸形状を有する保護膜は、保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凸部の頂部までの高さを  $t$ 、この保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凹部の底部までの高さを  $t_1$ 、この保護膜の凸部の頂部からこの保護膜の凹部の底部までの幅 ( $t - t_1$ ) を  $t_2$  とし、この保護膜の凹凸形状の 1 ピッチあたりのピッチ幅を  $L$ 、前記保護膜の凹凸形状の 1 ピッチあたりの凹凸の凸部の頂部の幅を  $L_1$ 、凹部の幅を  $L_2$ 、前記電極指の高さを  $h$ 、前記櫛型電極の 1 ピッチあたりのピッチ幅を  $p$ 、前記櫛形電極を構成する電極指 1 本あたりの幅を  $p_1$ 、前記電極指間の幅を  $p_2$  としたとき、

$$0 < t_2 < h$$

(ただし、 $L_1 + L_2 < L$ 、 $L_2 < p_2$ 、 $L_1 \leq p_1$ 、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 \div p$  の関係を満たす) であるもので、保護膜の凹凸形状の凸の頂部と凹の底部の端部との間で、保護膜の凹凸の程度を一定範囲内に設定し、かつ、保護膜の凸部の頂部からこの保護膜の凹部の底部までの高さ  $t_2$  を緩やかに変化させることで、保護膜の凹凸が特性へ与える影響を緩和し、保護膜が電極を覆うように形成された場合においても、性能の良い電子部品を得ることができるという作用を有する。

また、本発明の第 10 の態様は電子部品であって、この電子部品に設けた天面に凹凸形状を有する保護膜は、保護膜の凹凸形状の 1 ピッチあたりのピッチ幅を  $L$ 、前記保護膜の凹凸形状の 1 ピッチあたりの凹凸の凸部の頂部の幅を  $L_1$ 、凹部の幅を  $L_2$ 、前記ピッチ幅  $L$  と  $(L - L_2)$  との比  $(L - L_2) / L$  を  $\eta'$ 、前記櫛型電極の 1 ピッチあたりのピッチ幅を  $p$ 、前記櫛型電極を構成する電極指 1 本あたりの幅を  $p_1$ 、前記電極指間の幅を  $p_2$ 、前記櫛型電極のピッチ  $p$  と前記電極指 1 本の幅  $p_1$  との比  $p_1 / p$  を  $\eta$  としたとき、

$$\eta' - 0.3 < \eta \leq \eta'$$

(ただし、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 \div p$ 、 $L_1 > p_1$  の関係を満たす) であるもので、物理的な SAW の反射面となる電極指端面とやはり物理的な SAW の反射面である保護膜凹部端面での位置のずれを一定範囲に抑えることで、保護膜が電極を覆うように形成されかつその表面に凸凹状態が存在する場合においても、特性の良い電子

部品を得ることができるという作用を有する。

また、本発明の第 1 の態様は電子部品であって、この電子部品に設けた天面に凹凸形状を有する保護膜は、この保護膜の凹凸形状の 1 ピッチあたりのピッチ幅を  $L$ 、前記保護膜の凹凸形状の 1 ピッチあたりの凹凸の凸部の頂部の幅を  $L_1$ 、凹部の幅を  $L_2$ 、前記櫛型電極の 1 ピッチあたりのピッチ幅を  $p$ 、前記櫛型電極を構成する電極指 1 本あたりの幅を  $p_1$ 、前記電極指間の幅を  $p_2$  としたとき、

$$L_1 + L_2 < L, L_2 < p_2, \text{かつ} L_1 \leq p_1$$

(ただし、 $L \approx p$ 、 $p_1 + p_2 \approx p$  の関係を満たす) である保護膜の凹凸形状における凸の頂部から凹の底部の端部との間において、基板表面から保護膜表面までの高さで定義される保護膜の厚さが緩やかに変化することで、保護膜の凹凸の境界における SAW の反射の影響が少なくなり、電極を覆うように保護膜が形成されかつその表面に凸凹状態が存在する場合においても、性能の良い弾性表面波素子を得ることができるという作用を有する。

以上の様に本発明によれば、基板上に形成された電極を覆うように保護膜を形成し、かつその保護膜の形状や厚さを特定の範囲に設定することによって温度特性および電気的特性が優れた電子部品を得ることができる。

本発明の目的、特徴、局面、及び利点は、以下の詳細な説明と添付図面とによって、より明白となる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 A は、本発明の実施の形態 1 における電子部品の構成を示す上面図である。

図 1 B は、本発明の実施の形態 1 における電子部品の断面図である、

図 2 A ～ 図 2 H は、本発明の実施の形態 1 における電子部品の製造方法を説明する図である。

図 3 は、本発明の実施の形態 1 における SAW フィルタの概観図である。

図 4 A は、本発明の実施の形態 1 における SAW 共振子の電気特性を示す図である。

図 4 B は、本発明の実施の形態 1 における SAW フィルタの電気特性を示す図である。

図 5 A は、本発明の実施の形態 1 における S A W 共振子の電気特性を示す図である。

図 5 B は、本発明の実施の形態 1 における S A W フィルタの電気特性を示す図である。

図 6 A は、本発明の実施の形態 1 における S A W 共振子の電気特性を示す図である。

図 6 B は、本発明の実施の形態 1 における S A W フィルタの電気特性を示す図である。

図 7 は、本実施の形態 1 における電極の規格化膜厚とリップル発生周波数の関係を示した図である。

図 8 は、ラダー型 S A W フィルタの構成を示した図である。

図 9 は、本発明の実施の形態 2 における電子部品の断面図である。

図 1 0 A ～図 1 0 I は、本発明の実施の形態 2 における電子部品の製造方法を示した図である。

図 1 1 A は、本発明の実施の形態 2 における S A W 共振子の電気特性を示す図である。

図 1 1 B は、本発明の実施の形態 2 における S A W フィルタの電気特性を示す図である。

図 1 2 A は、本発明の実施の形態 2 における S A W 共振子の電気特性を示す図である。

図 1 2 B は、本発明の実施の形態 2 における S A W フィルタの電気特性を示す図である。

図 1 3 A は、本発明の実施の形態 2 における S A W 共振子の電気特性を示す図である。

図 1 3 B は、本発明の実施の形態 2 における S A W フィルタの電気特性を示す図である。

図 1 4 は、本発明の実施の形態 3 における電子部品の断面図である。

図 1 5 A ～図 1 5 E は、本発明の実施の形態 3 における電子部品の断面 S E M 写真及び断面図である。

図 1 6 は、本発明の実施の形態 3 における電子部品の電気特性を示す図である。

図 1 7 は、本発明の実施の形態 3 における電子部品の構造と電気特性の関係を示す図である。

図 1 8 A は、本発明の実施の形態 4 における電子部品の断面 S E M 写真である。

図 1 8 B は、本発明の実施の形態 4 における電子部品の電気特性を示す図である。

図 1 9 A は、本発明の実施の形態 4 における電子部品の断面 S E M 写真である。

図 1 9 B は、本発明の実施の形態 4 における電子部品の電気特性を示す図である。

図 2 0 は、本発明の実施の形態 5 における電子部品の電気特性を示す図である。

図 2 1 は、本発明の実施の形態 6 における電子部品の電気特性を示す図である。

図 2 2 は、本発明の実施の形態 6 における電子部品の構造と電気特性の関係を示す図である。

図 2 3 は、本発明の実施の形態 6 における電子部品の構造と温度特性の関係を示す図である。

図 2 4 A は、本発明の実施の形態 7 における電子機器の概観図である。

図 2 4 B は、本発明の実施の形態 7 における電子機器の内部の要部の電気回路図である。

図 2 5 A は、本発明の実施の形態 7 における電子機器の電気特性を示す図である。

図 2 5 B は、本発明の実施の形態 7 における電子機器の電気特性を示す図である。

図 2 6 は、本発明の実施の形態 8 における電子部品の断面図である。

図 2 7 は、本発明の実施の形態 9 における電子部品の断面図である。

図 2 8 は、本発明の実施の形態 1 0 における電子部品の断面図である。

図 2 9 は、本発明の実施の形態 1 1 における電子部品の断面図である。

図 3 0 は、本発明の実施の形態 1 2 における電子部品の断面図である。

図 3 1 は、本発明の実施の形態 1 3 における電子部品の断面図である。

図 3 2 は、本発明の実施の形態 1 4 における電子部品の断面図である。

図 3 3 は、本発明の実施の形態 1 5 における電子部品の断面図である。

図 3 4 は、本発明の実施の形態 1 6 における電子部品の断面図である。

図 3 5 A は、本発明の実施の形態における電子部品の断面 S E M 写真である。

図 3 5 B は、本発明の実施の形態における電子部品の断面の構造の定義を示す説

明図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態における電子部品について、図面を参照しながら説明する。本実施の形態では電子部品の一例としてSAWデバイスを例にして説明する。

(実施の形態1)

図1Aは本発明の実施の形態1における電子部品としてのSAWデバイスの上面図、図1Bは同断面図である。

同図に示すように本実施の形態1のSAWデバイスは、基板1の上面に櫛型電極2を、この櫛型電極2の両側に反射器3とを備え、少なくともこれら櫛型電極2および反射器3を覆う保護膜4を備えるものである。さらに櫛型電極2には、この櫛型電極2と電気的に接続された電気信号の取出しを行うパッド5を有し、SAWデバイスを構成するものである。

基板1は、X軸周りにZ軸方向へ数度回転させたY板から切出したタンタル酸リチウム（以下「LT」と記す。）からなるもので、その回転の角度が $36^{\circ}$ である $36^{\circ}$  YLT基板である。

櫛型電極2はアルミニウム（以下、「Al」と記する。）またはAl合金からなるものである。

保護膜4は、好ましくは二酸化シリコン（以下、「SiO<sub>2</sub>」と記する。）からなるもので、図1Bに示すように、その天面には凹凸形状を備えている。保護膜4の凸部分4aは、基板1の上面の櫛型電極2を有する部分の上方に備わっている。また、保護膜4の凹部分4bは、凸部分4a間の櫛型電極2が基板1の上面に存在しない部分およびその近傍に備わっている。

ここで、保護膜4が接している基板1の表面から、保護膜4の凸部分4aの頂部までの高さを $t$ とし、保護膜4が接している基板1の表面から、保護膜4の凹部分4bの底部までの高さを $t_1$ とし、保護膜4の凹部分4bの底部から凸部分4aの頂部までの高さ（ $t - t_1$ ）を $t_2$ とする。

また、保護膜4が接している基板1の表面から、電極指2aの頂部までを櫛型電極2の高さ $h$ とする。

さらに保護膜 4 の凸部分 4 a、凹部分 4 b 各々 1 つを 1 ピッチとし、この 1 ピッチあたりのピッチ幅を  $L$  とし、保護膜 4 の凸部分 4 a の幅を  $L_1$  とし、保護膜 4 の凹部分 4 b の幅を  $L_2$  ( $L = L_1 + L_2$  が成り立つこと) とする。また、保護膜 4 の 1 ピッチと同様に、1 つの櫛型電極 2 の電極指 2 a および一方が隣合う電極指 2 a の存在する部分までを櫛型電極 2 の 1 ピッチ幅  $p$  とする。

また、電極指 2 a の 1 本あたりの幅を  $p_1$  とし、隣合う電極指間の幅を  $p_2$  ( $p = p_1 + p_2$  が成り立つこと) とする。

また、保護膜 4 のピッチ幅  $L$  と保護膜 4 の凸部分 4 a の幅  $L_1$  との比  $L_1/L$  を  $\eta'$ 、櫛型電極 2 の 1 ピッチ幅  $p$  と電極指 1 本あたりの幅  $p_1$  との比  $p_1/p$  を  $\eta$  とする。

以上のように構成される SAW デバイスについて、以下にその製造方法を図面を参照しながら説明する。

図 2 A ~ 図 2 H は本発明の実施の形態 1 における SAW デバイスの製造方法を説明する図である。

まず、図 2 A に示すように、LT 基板 2 1 の上面に A 1 または A 1 合金を蒸着またはスパッタ等の方法により櫛形電極または／および反射器となる電極膜 2 2 を成膜する。

次に、図 2 B に示すように、電極膜 2 2 の上面にレジスト膜 2 3 を形成する。

次に、図 2 C に示すように、所望の形状となるように露光・現像技術等を用いてレジスト膜 2 3 を加工する。

次に、図 2 D に示すように、ドライエッチング技術等を用いて電極膜 2 2 を櫛型電極や反射器等、所望の形状に加工した後、レジスト膜 2 3 を除去する。

次に、図 2 E に示すように、電極膜 2 2 を覆うように  $\text{SiO}_2$  を蒸着またはスパッタ等の方法により、保護膜 2 4 を形成する。

次に、さらに図 2 F に示すように、保護膜 2 4 の表面にレジスト膜 2 5 を形成する。

次に、図 2 G に示すように、露光・現像技術等を用いてレジスト膜 2 5 を所望の形状に加工する。

次に、図 2 H に示すように、ドライエッチング技術等を用いて、電気信号取出し

のためのパッド26等、保護膜24が不要な部分の保護膜を取り除き、その後レジスト膜25を除去する。

最後にダイシングにより個々に分割した後、セラミックパッケージにダイボンド等によりマウントし、ワイヤーボンディング後、蓋を溶接し気密封止を行った。

本発明の実施の形態1においては、

$$t_2 \leq h$$

(ただし、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 = p$ 、 $L_1 + L_2 = L$ 、 $L_1 \leq p_1$ 、 $L_2 \geq p_2$ の関係を満たす)の関係を満たすものである。

この関係を満たす形状を得る方法として、製造方法を示した図2EのSiO<sub>2</sub>膜形成において基板側にバイアスを印加しながらスパッタリングで成膜を行う、いわゆるBiasスパッタリング法を用いた。その際、SiO<sub>2</sub>膜の形状をコントロールするには、基板に印加するバイアスとスパッタリング電力の比を変えることで行った。

本実施の形態1においては、保護膜の凸部の頂部からこの保護膜の凹部の底部までの高さ $t_2$ と電極の膜厚 $h$ との関係をどのようにすることで、保護膜を形成した場合においても良い特性が得られるのかを示すために、実施例1および比較例2として、 $t_2 \leq h$  (ただし、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 = p$ 、 $L_1 + L_2 = L$ 、 $L_1 \leq p_1$ 、 $L_2 \geq p_2$ の関係を満たす)であるSAWデバイスと、比較例1として $h < t_2$  (ただし、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 = p$ 、 $L_1 + L_2 = L$ 、 $L_1 \leq p_1$ 、 $L_2 \geq p_2$ の関係を満たす)のSAWデバイスを作成し、その電気特性を測定した。ただし、実施例1および比較例1の電極膜の規格化膜厚( $h / 2 \times p$ )は7%、比較例2の電極膜の規格化膜厚( $h / 2 \times p$ )は4%とし、SiO<sub>2</sub>膜厚 $t_1$ は実施例1および比較例1、2とも20%とした。また作成したSAWデバイスは、図1Aに示したSAW共振子および、図1Aの構造を有するSAW共振子を複数段梯子型に接続してなる図3に示したラダー型SAWフィルタである。図3において、31はLT基板、32はSiO<sub>2</sub>膜、34は電極パッド、33sは直列腕に配置されたSAW共振子、33pは並列腕に配置されたSAW共振子を示している。

図4Aに本発明の実施の形態にかかる実施例1のSAW共振子の電気特性を、図4BにSAWフィルタの電気特性を示す。またに比較例1のSAW共振子の

電気特性を図 5 A に、比較例 1 の SAW フィルタの電気特性を図 5 B に、比較例 2 の SAW 共振子の電気特性を図 6 A に比較例 2 の SAW フィルタの電気特性を図 6 B に示す。ただし、電気特性は、デバイス間の周波数ずれを考慮するため、また各デバイス間の特性の違いが分かりやすいように、共振子特性に関しては反共振周波数で、また SAW フィルタに関しては高周波側の減衰極の周波数で規格化して示した。更に、表 1 に各実施例および比較例の構造上のパラメータを示す。

(表 1)

	$t_2, h$	$h / (2p)$	$t_1 / (2p)$	$L_1, p_1$
実施例 1	$t_2 \leq h$	0.07	0.20	$L_1 \leq p_1$
比較例 1	$h < t_2$	0.07	0.20	$L_1 \leq p_1$
比較例 2	$t_2 \leq h$	0.04	0.20	$L_1 \leq p_1$

図 4 A、図 5 A、及び図 6 A に示されている SAW 共振子の特性から、 $t_2 \leq h$  (ただし、 $L \doteq p$ 、 $p_1 + p_2 = p$ 、 $L_1 + L_2 = L$ 、 $L_1 \leq p_1$ 、 $L_2 \geq p_2$  の関係を満たす) である実施例 1 および比較例 2 の SAW 共振子は減衰量が大きく急峻な特性を有していることがわかる。また電極の規格化膜厚が 7 % の実施例 1 および比較例 1 の SAW 共振子では反共振周波数の高周波側に発生しているスプリアスが反共振周波数から離れているのに対し、電極の規格化膜厚が 4 % である比較例 2 の SAW 共振子ではこのスプリアスがより反共振周波数の近くに存在している。同様に SAW フィルタの特性を見比べると、 $t_2 \leq h$  (ただし、 $L \doteq p$ 、 $p_1 + p_2 = p$ 、 $L_1 + L_2 = L$ 、 $L_1 \leq p_1$ 、 $L_2 \geq p_2$  の関係を満たす) である実施例 1 および比較例 2 の SAW フィルタは、急峻なスカート特性を示している。ただし図 6 B に示された比較例 2 の電極の規格化膜厚が 4 % の SAW フィルタでは、共振子のリップルに起因するリップルがその帯域に発生してしまっている。一方、電極の膜厚 7 % の実施例 1 および比較例 1 の SAW フィルタではリップルは帯域外に存在し、帯域内における不要なリップルの発生はみられない。

したがって、SAW 共振子を複数段梯子型に接続するフィルタにおいては、そのフィルタを構成する SAW 共振子の反共振周波数よりも高周波側に発生するリップルが、フィルタの帯域内のリップルとして現れない限り、急峻なフィルタのスカート特性を実現し、かつ、低損失で高い抑圧を得るには、そのフィルタを構成する S



AW共振子のSiO<sub>2</sub>の形状は $t_2 \leq h$ （ただし、 $L \equiv p$ 、 $p_1 + p_2 = p$ 、 $L_1 + L_2 = L$ 、 $L_1 \leq p_1$ 、 $L_2 \geq p_2$ の関係を満たす）となっている事がよいことを発明者らは見出した。

またこれら実施例および比較例より、SAW共振子において反共振周波数よりも高周波側に発生するリップルの発生している周波数と反共振周波数との周波数差は、電極の膜厚とSiO<sub>2</sub>膜の構造に依存しているものと考えられる。そこで発明者らはさらに、SiO<sub>2</sub>の構造が、 $t_2 \leq h$ （ただし、 $L \equiv p$ 、 $p_1 + p_2 = p$ 、 $L_1 + L_2 = L$ 、 $L_1 \leq p_1$ 、 $L_2 \geq p_2$ の関係を満たす）を満たす場合に、好ましい電極膜厚がどの程度かを調べるため、電極規格化膜厚 $h / (2 \times p)$ が3, 5, 7, 10%, SiO<sub>2</sub>規格化膜厚 $t_1 / (2 \times p)$ が10, 15, 20%の場合に関してSAW共振子を作成し、リップルの発生周波数との関係を調べた。その結果を図7に示す。ただし、SiO<sub>2</sub>の構造としては、共振子のリップルが最も反共振周波数に近づくと思われる $t \equiv t_1$ の状態のものを作成した。

ここで、共振子のリップルの発生周波数とフィルタの特性との関係を、図8に示した最も単純な逆L型のラダー型フィルタを用いて考察する。図8において80はフィルタの構成を示しており、81はフィルタ特性、82は並列腕に配置されたSAW共振子、83は直列腕に配置されたSAW共振子であり、82aは並列腕に配置されたSAW共振子のアドミッタンス特性、83aは直列腕に配置されたSAW共振子のアドミッタンス特性である。また、86の領域はフィルタの通過帯域を示している。ラダー型SAWフィルタでは、ほぼ帯域の中心に直列腕の共振子の並列共振周波数と直列腕の共振周波数が設定され、帯域の低周波側では直列腕の共振子83の特性が、帯域の高周波側では並列腕82の特性が支配的となる。従って、SAW共振子の反共振周波数より高周波側に発生するリップルが、フィルタの通過帯域に影響を及ぼさないようにするには直列腕の共振子で発生するリップルがフィルタの帯域内に入らないようにする必要がある。従ってこの場合、フィルタを構成しているSAW共振子のうち、直列腕のSAW共振子におけるリップルの発生周波数に関して、（リップルの発生周波数－反共振周波数）が（フィルタの通過帯域／2）以上であることが目安となる。通常の移動体通信のフィルタに求められる通過帯域は、比帯域で約0.3～0.4であることを考慮すると、目安となる（リップ

ルの発生周波数－反共振周波数）の値は0.15以上となり、従って図7より電極の規格化膜厚は5%以上が好ましいことがわかる。

以上のように、SAW共振子を複数段梯子型に接続するフィルタにおいては、そのフィルタを構成するSAW共振子の反共振周波数よりも高周波側に発生するリップルが、フィルタの帯域内のリップルとして現れない限り、急峻なフィルタのスカー特性を実現し、かつ、低損失で高い抑圧を得るには、そのフィルタを構成するSAW共振子のSiO<sub>2</sub>の形状は $t_2 \leq h$ （ただし、 $L \simeq p$ 、 $p_1 + p_2 = p$ 、 $L_1 + L_2 = L$ 、 $L_1 \leq p_1$ 、 $L_2 \geq p_2$ の関係を満たす）となっていることがよく、特に電極の規格化膜厚 $h / (2 \times p)$ が0.05以上であることが好ましいことを発明者らは見出した。

本実施の形態1では保護膜としてSiO<sub>2</sub>膜を用いたが、保護膜はこれに限られるものではなく、SiN、SiON、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>など他の誘電体膜を用いた場合においてもその形状が上記条件を満たせば同様の効果を得ることができることは言うまでも無い。また、本実施の形態1においては、その基板として36°LTを用いたが、基板はこれに限られるものではなく、他の角度で切り出されたLTや、例えばLiNbO<sub>3</sub>やLiB<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、KNbO<sub>3</sub>等の他の圧電基板を用いたSAWデバイス、また、圧電膜上に電極を形成したSAWデバイスにおいて、その表面に保護膜を形成する場合は、その形状が上記条件を満たせば同様の効果を得ることができることは言うまでも無い。

さらに、形状の形成方法として本実施の形態1ではバイアススパッタリングを用いたが、これもこの手法に限られるものでもない。

#### （実施の形態2）

以下本発明の実施の形態2におけるSAWデバイスについて図面を参照しながら説明する。

本実施の形態2においてSAWデバイスは、実施の形態1と同様のSAWデバイスを用いた。図9は本発明の実施の形態2におけるSAWデバイスの断面図である。本図において、実施の形態1で用いた図1Bと同様の構成は同一符号を付し、その説明は省略する。

保護膜4は、好ましくはSiO<sub>2</sub>からなるもので、図9に示すように、その天面

は凹凸形状を備えている。保護膜4の凸部分94aは、基板1の上面の櫛型電極2を有する部分の上方に備わっている。また、保護膜4の凹部分94bは、凸部分94a間の櫛型電極2が基板1の上面に存在しない部分およびその近傍に備わっている。

ここで、保護膜4が接している基板1の表面から、保護膜4の凸部分94aの頂部までの高さを $t$ とし、保護膜4が接している基板1の表面から、保護膜4の凹部分94bの底部までの高さを $t_1$ とし、保護膜4の凹部分94bの底部から凸部分94aの頂部までの高さ $t - t_1$ を $t_2$ とする。

さらに保護膜4の凸部分94a、凹部分94b各々1つを1ピッチとし、この1ピッチあたりのピッチ幅を $L$ とし、保護膜4の凸部分94aの幅を $L_1$ とし、保護膜4の凹部分94bの幅を $L_2$  ( $L = L_1 + L_2$ が成り立つこと) とする。

本実施の形態2と実施の形態1の図1Bとが相違する点は、実施の形態1の図1Bの保護膜4の凹部分4bの底部から凸部分4aの頂部までの高さ $t_2$ が櫛型電極2の高さ $h$ 以下であるのに対し、発明の実施の形態2の図9では、保護膜34の凹部分34bの底部から凸部分34aの頂部までの高さ $t_2$ が櫛型電極2の高さ $h$ 以上である点にある。

本発明の実施の形態2においては、

$$h \leq t_2$$

(ただし、 $L = p$ 、 $p_1 + p_2 = p$ 、 $L_1 + L_2 = L$ 、 $L_1 \leq p_1$ 、 $L_2 \geq p_2$ の関係を満たす) の関係を満たすものである。

この関係を満たす形状を得る方法として、以下にその製造方法を図面を参照しながら説明する。本図において、実施の形態1で用いた図2と同様の材料および構成は同一符号を付し、その説明は省略する。

図10A～図10Iは本発明の実施の形態2におけるSAWデバイスの製造方法を説明する図である。

まず、図10Aに示すように、LT基板21の上面にA1またはA1合金を蒸着またはスパッタ等の方法により櫛形電極または／および反射器となる電極膜22を成膜する。

次に、図10Bに示すように、 $\text{SiO}_2$ を蒸着またはスパッタ等の方法により

保護膜 2 4 の一部 2 4 a を形成する。

次に、図 1 0 C に示すように、電極膜 2 2 の上面にレジスト膜 2 3 を形成する。

次に、図 1 0 D に示すように、所望の形状となるように露光・現像技術等を用いてレジスト膜 2 3 を加工する。

次に、図 1 0 E に示すように、ドライエッチング技術等を用いて電極膜 2 2、保護膜 2 4 a を櫛型電極や反射器等、所望の形状に加工した後、レジスト膜 2 3 を除去する。この際、S i O<sub>2</sub>のエッチングと電極膜のエッチングは途中でエッチングガスをフッ素系ガスから塩素系ガスに変更することで行った。

次に、図 1 0 F に示すように、電極膜 2 2、および保護膜 2 4 a を覆うように S i O<sub>2</sub>を蒸着またはスパッタ等の方法により、保護膜 2 4 を形成する。この時点で保護膜 2 4 a は保護膜 2 4 の一部となる。

次に、さらに図 1 0 G に示すように、保護膜 2 4 の表面にレジスト膜 2 5 を形成する。

次に、図 1 0 H に示すように、露光、現像技術等を用いてレジスト膜 2 5 を所望の形状に加工する。

次に、図 1 0 I に示すように、ドライエッチング技術等を用いて、電気信号取出しのためのパッド 2 6 等、保護膜 2 4 が不要な部分の保護膜を取り除き、その後レジスト膜 2 5 を除去する。

最後にダイシングにより個々に分割した後、セラミックパッケージにダイボンド等によりマウントし、ワイヤーボンディング後、蓋を溶接し気密封止を行った。

なお、本実施の形態 2 においては、形状が  $L \approx p$ 、 $p_1 + p_2 = p$ 、 $L_1 + L_2 = L$ 、 $L_1 \leq p_1$ 、 $L_2 \geq p_2$  の関係を満たすように、図 1 0 F の S i O<sub>2</sub> 膜形成は、基板側に R F バイアスを印加しながら成膜を行う、いわゆる B i a s ースパッタリング法を用いて S i O<sub>2</sub> 膜の形成を行った。

本実施の形態 2 においては、保護膜の凸部の頂部からこの保護膜の凹部の底部までの高さ  $t_2$  と電極の膜厚  $h$  との関係をどのようにすることで、保護膜を形成した場合においても良い特性が得られるのかを示すために図 1 0 A ~ 図 1 0 I で示した製造方法で作成した実施例 2 の他に、S i O<sub>2</sub> 膜を形成していない比較例 3、図 2 A ~ 図 2 H で示した製造方法でかつ、図 2 E において B i a s ースパッ

タを用いて作成した比較例 4 の 3 種類の SAW デバイスについて、電気的特性を調べた。

ただし、本実施の形態 2 において各 SAW デバイスの電極の規格化膜厚  $h / (2 \times p)$  は 4 % とし、 $\text{SiO}_2$  規格化膜厚  $t_1 / (2 \times p)$  の規格化膜厚は 20 % とした。

図 1 1 A に本発明の実施の形態にかかる実施例 2 の SAW 共振子の電気特性を、図 1 1 B に実施例 2 の SAW フィルタの電気特性を示す。また、図 1 2 A に比較例 3 の SAW 共振子の電気特性を、図 1 2 B に比較例 3 の SAW フィルタの電気特性を、図 1 3 A に比較例 4 の SAW 共振子の電気特性を、図 1 3 B に比較例 4 の SAW フィルタの電気特性を示す。本実施の形態 2 で用いた SAW 共振子は図 1 1 A と同様の構成をした SAW 共振子であり、SAW フィルタは図 3 に示した構成のものである。図 1 1 A ～ 図 1 3 B において、その電気特性は、デバイス間の周波数ずれを考慮するため、また各デバイス間の特性の違いが分かりやすいように、共振子特性に関しては反共振周波数で、また SAW フィルタに関しては高周波側の減衰極の周波数で規格化して示した。更に、これらの実施例及び比較例の構造上のパラメータを表 2 に示す。

(表 2)

	$t_2, h$	$h / (2 p)$	$t_1 / (2 p)$	$L_1, p_1$
実施例 2	$h \leq t_2$	0.04	0.20	$L_1 \leq p_1$
比較例 3	$h \leq t_2$	0.04	—	—
比較例 4	$t_2 < h$	0.04	0.20	$L_1 \leq p_1$

図 1 2 A から分かるように、本実施の形態 2 で用いた SAW デバイスは、その電極膜の規格化膜厚が 4 % と薄いため、 $\text{SiO}_2$  がいない場合においても、反共振周波数よりも高周波側で発生するリップルは反共振周波数に比較的近いところに発生する。さらに図 1 2 A の比較例 3 と、図 1 3 A の比較例 4 の SAW 共振子の特性を比較すると、反共振周波数より高周波側に発生するリップルは、 $\text{SiO}_2$  膜を形成することでより、反共振周波数側に近づくことがわかる。そのため、図 1 2 B に示した、 $\text{SiO}_2$  膜を形成していない比較例 3 の共振子を用いて構成された SAW フィルタの特性ではかろうじて通過帯域の外側に存在していたリップルが、比較例 4 においては図 1 3 B に示される様に、通過帯域内に発生している

ことがわかる。これに対して、実施例2においては逆にリップルが高周波側にシフトしていることが、図11Aからわかる。これは $h \leq t_2$ とすることで、電極上に形成されている $\text{SiO}_2$ によって、電極の膜厚が見かけ上厚くなったようになったためと考えられる。その結果、図11Bに示された、図11AのSAW共振子を用いて構成されたSAWフィルタにおいては通過帯域にリップルが発生していない。

以上より、SAW共振子を複数段梯子型に接続するフィルタにおいて、そのフィルタを構成するSAW共振子の反共振周波数よりも高周波側に発生するリップルが、フィルタの帯域内のリップルとして現れないようにする一手法として、そのフィルタを構成するSAW共振子の $\text{SiO}_2$ の形状を $h \leq t_2$ （ただし、 $L \approx p$ 、 $p_1 + p_2 = p$ 、 $L_1 + L_2 = L$ 、 $L_1 \leq p_1$ 、 $L_2 \geq p_2$ の関係を満たす）とすればよいことを発明者らは見出した。特に、反射係数は電極の膜厚に大きく影響することから、電極膜厚が薄い場合、特に、実施の形態1における図7の考察より、電極膜厚が5%以下の共振子を用いる場合に有効である。

#### （実施の形態3）

図14は本発明の実施の形態3における電子部品としてのSAWデバイスの断面図である。同上面図は、図1Aと同一に表される。

図1A及び図14に示すように本実施の形態3のSAWデバイスは、基板1の上面に櫛型電極2を、この櫛型電極2の両側に反射器3とを備え、少なくともこれら櫛型電極2および反射器3を覆う保護膜4を備えるものである。さらに櫛型電極2には、この櫛型電極2と電気的に接続された電気信号の取出しを行うパッド5を有し、SAWデバイスを構成するものである。

基板1は、X軸周りにZ軸方向へ数度回転させたY板から切出したタンタル酸リチウムからなるもので、その回転の角度が $36^\circ$ である $36^\circ$  YLT基板である。

櫛型電極2はアルミニウム（以下、「A1」と記する。）またはA1合金からなるものである。

保護膜4は、好ましくは二酸化シリコン（以下、「 $\text{SiO}_2$ 」と記述する。）からなるもので、図14に示すように、その上面は凹凸形状を備えている。保護膜4の凸部分4aは、基板1の上面の櫛型電極2を有する部分の上方に備わっている。ま

た、保護膜4の凹部分4bは、凸部分4a間の櫛型電極2が基板1の上面に存在しない部分およびその近傍に備わっている。

ここで、保護膜4の凸部分4a、凹部分4b各々1つを1ピッチとし、この1ピッチあたりのピッチ幅をLとし、保護膜4の凸部分4aの幅をL<sub>1</sub>とし、保護膜4の凹部分4bの幅をL<sub>2</sub>（L=L<sub>1</sub>+L<sub>2</sub>が成り立つこと）とする。また、保護膜4の1ピッチと同様に、1つの櫛型電極2の電極指2aおよび一方が隣合う電極指2aの存在する部分までを櫛型電極2の1ピッチ幅pとする。さらに、電極指2aの1本あたりの幅をp<sub>1</sub>とし、隣合う電極指間の幅をp<sub>2</sub>（p=p<sub>1</sub>+p<sub>2</sub>が成り立つこと）とする。さらに、1ピッチあたりの保護膜のピッチ幅Lと前記保護膜の凹凸形状の1ピッチあたりの凹凸の凸部の幅L<sub>1</sub>との比L<sub>1</sub>/Lをη'とし、1ピッチあたりの櫛型電極のピッチ幅pと前記櫛形電極を構成する電極指1本あたりの幅p<sub>1</sub>との比p<sub>1</sub>/pをηとする。

また、保護膜4と接している基板1の表面から保護膜4の凹部分4bまでの高さをtとし、櫛型電極2の厚さ（基板1の表面から櫛型電極2の天面までの高さ）をhとする。

本発明の実施の形態3におけるSAWデバイスの製造方法は、図2A～図2Hに示したものと同様であるので、説明を略する。

本発明の実施の形態3においては、電極およびSiO<sub>2</sub>膜の形状は

$$L_1 \leq p_1, \text{ かつ } L_2 \geq p_2$$

（ただし、 $L = p$ 、 $p_1 + p_2 = p$ 、 $L_1 + p L_2 = L$ の関係を満たす）の関係を満たすものである。

この関係を満たす形状を得る方法として、製造方法を示した図2EのSiO<sub>2</sub>膜形成において基板側にバイアスを印加しながらスパッタリングで成膜を行う、いわゆるBiasスパッタリング法を用いた。その際、SiO<sub>2</sub>膜の形状をコントロールするには、基板に印加するバイアスとスパッタリング電力の比を変える事で行った。

本実施の形態3においては、SiO<sub>2</sub>膜の形状をどのようにすることで、保護膜を形成した場合においても良い特性が得られるかを示すために、以下の6種類のSAWデバイス（実施例3～5および比較例5～7）を作成した。比較例5はSiO

2膜を設けていない通常のSAWデバイス、比較例6はSiO<sub>2</sub>膜形成において通常の（基板側にBiasを印加しない）スパッタリングを用いたSAWデバイス、比較例7はSiO<sub>2</sub>膜を形成するのにバイアススパッタを用いたが、基板に印加するバイアスとスパッタリングパワーの比を変え、 $L_1 \geq p_1$ 、かつ $L_2 \leq p_2$ となるようにSiO<sub>2</sub>膜を形成したものである。ただし、本実施の形態3においては、全ての実施例および比較例における電極の規格化膜厚 $h / (2 \times p)$ は4%とし、SiO<sub>2</sub>膜の規格化膜厚 $t / (2 \times p)$ は20%とした。図15A～図15Eに実施例3～5および比較例6、7の断面形状を、図16に電気的特性を示す。また、表3に図16で示した各実施例および比較例の、最小挿入損失および反共振点における減衰量（最大減衰量）、急峻性の指標となる共振周波数と反共振周波数の周波数差（ $\Delta f$ ）のおよび図15A～図15Eに示したそれぞれのSAWデバイスの断面から測定した、 $\eta$ と $\eta'$ の比 $\eta / \eta'$ の一覧を示す。

(表3)

	$\Delta f$	最小挿入損失	最大減衰量	$\eta' / \eta$
比較例5	3.41	-0.42	-26.50	—
実施例3	2.82	-0.44	-24.74	0.82
実施例4	2.71	-0.46	-26.28	0.59
実施例5	2.67	-0.42	-27.12	0.47
比較例6	2.44	-0.51	-19.13	1.57
比較例7	2.82	-0.42	-21.37	1.12

図16及び表3からSiO<sub>2</sub>膜の形状が「 $L_1 \leq p_1$ 、かつ $L_2 \geq p_2$ （ただし、 $L \doteq p$ 、 $p_1 + p_2 = p$ 、 $L_1 + L_2 = L$ の関係を満たす）」の関係を満たしていない比較例6、7においてはその反共振周波数の減衰量が約-20dBと、SiO<sub>2</sub>を形成することで大きく劣化することが、比較例5の減衰量との比較から分かる。これに対し、SiO<sub>2</sub>膜の形状が上記関係を満たしている実施例3、4、5については、その反共振周波数における減衰量は約-25dB以上と比較例5とほぼ同等である。特に実施例3、4、5を比較すると、実施例3、4、5の順で急峻かつ減衰量が大きくなり、しかも実施例4、5では減衰が-26dB以上とSiO<sub>2</sub>膜を形成する前とほぼ同等であることが示されている。

また図17は最大減衰量と $\eta' / \eta$ との関係をグラフにしたものである。このグラフから、 $\eta' / \eta$ が小さくなるに従って減衰量が改善されて行くことがわかる。



特に0.86以下で、 $\text{SiO}_2$ を形成しなかった場合の90%以上の減衰量となっており、 $\text{SiO}_2$ 膜を形成した後も、 $\text{SiO}_2$ 膜前とほぼ同等の性能を得ることができる。

以上のように、発明者らは $\text{SiO}_2$ 膜の形状を「 $L_1 \leq p_1$ 、かつ $L_2 \geq p_2$ （ただし、 $L \equiv p$ 、 $p_1 + p_2 = p$ 、 $L_1 + p_2 = L$ の関係を満たす）」の関係を満たすようにして作成することによって保護膜を形成した場合においても良い特性が得られることを見出した。特に $\eta' / \eta \leq 0.86$ とすることで、保護膜を形成しない場合と同等の減衰量を実現することを見出した。

本実施の形態3では保護膜として $\text{SiO}_2$ 膜を用いたが、保護膜はこれに限られるものではなく、 $\text{SiN}$ 、 $\text{SiON}$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ など他の誘電体膜を用いた場合においてもその形状が上記条件を満たせば同様の効果を得ることができることは言うまでも無い。また、本実施の形態3においては、その基板として $36^\circ \text{LT}$ を用いたが、基板はこれに限られるものではなく、他の角度で切り出されたLTや、例えば $\text{LiNbO}_3$ や $\text{LiB}_2\text{O}_3$ 、 $\text{KNbO}_3$ 等の他の圧電基板を用いたSAWデバイス、また、圧電膜上に電極を形成したSAWデバイスにおいて、その表面に保護膜を形成する場合は、その形状が上記条件を満たせば同様の効果を得ることができる事は言うまでも無い。

さらに、形状の形成方法として本実施の形態3ではバイアススパッタリングを用いたが、これもこの手法に限られるものでもない。

#### （実施の形態4）

以下本発明の実施の形態4におけるSAWデバイスについて図面を参照しながら説明する。

本実施の形態4におけるSAWデバイスは、電極や反射器の本数や、ピッチ $p$ は異なるものの、実施の形態3で用いたSAWデバイスと同様のSAWデバイスを用いた。したがってその構造および作成方法についてはそれぞれ図1A、図14および図2A～図2Hに示したものと同様であり、その説明は省略する。本実施の形態4によるSAWデバイスも、「 $L_1 \leq p_1$ 、かつ $L_2 \geq p_2$ （ただし、 $L \equiv p$ 、 $p_1 + p_2 = p$ 、 $L_1 + L_2 = L$ の関係を満たす）」の関係を満たしている。

本実施の形態4においては、保護膜の凹凸の凸部中心 $L_c$ と、櫛型電極の電極指

の中心  $p_c$  との位置関係と、本実施の形態 3 で示した形状を有する保護膜が形成された SAW デバイスの電気的特性との関係を示す為に、実施例 6 として、保護膜の凹凸の凸部中心  $L_c$  と、櫛型電極の電極指の中心  $p_c$  とがほぼ一直線上にある SAW デバイスと、比較例 8 として保護膜の凹凸の凸部中心  $L_c$  と、櫛型電極の電極指の中心  $p_c$  とがずれている SAW デバイスを作成した。図 18 A に実施例 6 の、また図 19 A に比較例 7 のデバイスの断面形状を図 18 B に実施例 6 の、また図 19 B に比較例 8 のデバイスの電気特性を示す。ただし図 18 B および図 19 B においては、デバイス間の周波数ずれを考慮するため、また各デバイス間の特性の違いが分かりやすいように、各 SAW デバイスの反共振周波数で規格化した規格化周波数を用いてその依存性を示している。

保護膜の凹凸の凸部中心  $L_c$  と、櫛型電極の電極指の中心  $p_c$  とがずれることによって、挿入損失および減衰量が劣化することが分かる。さらに規格化周波数 1.02 付近に発生しているリップルが図 19 B では大きく発生しておりまた反共振点とこのリップルとの周波数差が狭くなっていることが分かる。この SAW デバイスを用いてラダー型の SAW フィルタを構成する際、このリップルが大きく出ているとフィルタ特性を悪化させてしまい、またこのリップルが反共振点に近くに存在した場合、フィルタの帯域の大きなリップルとして現れてしまう。

したがって、以上の結果から発明者らは、 $SiO_2$  膜の形状を「 $L_1 \leq p_1$ 、かつ  $L_2 \geq p_2$  (ただし、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 = p$ 、 $L_1 + p L_2 = L$  の関係を満たす)」の関係を満たすようにして作成されたデバイスにおいて良好な電気特性が得るには、保護膜 4 の凸部分 4 a の幅  $L_1$  の中心を  $L_c$ 、この保護膜 4 の凸部分 4 a の下方およびその近辺に存在する電極指 2 の 1 本あたりの幅  $p_1$  の中心を  $p_c$  とした場合、 $L_c$  と  $p_c$  とが、基板 1 の上面から見てほぼ同一直線上、すなわち平面視ほぼ同一直線上に存在していることが好ましいことを見出した。

#### (実施の形態 5)

以下本発明の実施の形態 5 における SAW デバイスについて図面を参照しながら説明する。

本実施の形態 5 における SAW デバイスは、電極や反射器の本数や、ピッチ  $p$  は異なるものの、実施の形態 3 で用いた SAW デバイスと同様の SAW デバイスを用

いた。したがってその構造および作成方法についてはそれぞれ図1 A、図1 4および図2 A～図2 Hに示したものと同様であり、その説明は省略する。本実施の形態5によるSAWデバイスも、「 $L_1 \leq p_1$ 、かつ $L_2 \geq p_2$ （ただし、 $L \equiv p$ 、 $p_1 + p_2 = p$ 、 $L_1 + L_2 = L$ の関係を満たす）」の関係を満たしている。

本実施の形態5においては、基板1の切り出し角度と本実施の形態3で示した形状を有する保護膜が形成されたSAWデバイスの電気的特性の関係を示す為に、切り出し角の異なる比較例9、10と実施例7、8、9の計5種類の基板を用いてSAWデバイスを作成した。表4にそれぞれのSAWデバイスに用いたLT基板の切り出し角度の一覧を示す。

(表4)

	切り出し角度
実施例7	39°
実施例8	42°
実施例9	46°
比較例9	34°
比較例10	36°

また図20にそれぞれのSAWデバイスの電気特性を示す。ただし図20においては、デバイス間の周波数ずれを考慮するため、また各デバイス間の特性の違いが分かり易いように、各SAWデバイスの反共振周波数で規格化した規格化周波数を用いてその依存性を示している。

図20は基板1の切り出し角度が34°から高角度側になるにつれ、その減衰量と急峻性が大きく改善される事を示している。特に、この実施の形態5で用いたSAWデバイスにおいて減衰量が、SiO<sub>2</sub>膜を形成しなかった場合の減衰量の約80%である-20dB以上となるには、基板の切り出し角度が約38°以上あればよい。したがって、以上の結果から発明者らは、基板1を、X軸周りにZ軸方向へD°回転させたY板から切出したLTとして、その回転の角度D°が

$$38^\circ \leq D^\circ$$

であるD° YLT基板を用いた場合に良好な温度特性および電気特性が得られることを確認した。

#### (実施の形態6)

以下本発明の実施の形態6におけるSAWデバイスについて図面を参照しながら

説明する。

本実施の形態6におけるSAWデバイスは、電極や反射器の本数や、ピッチ $p$ は異なるものの、実施の形態3で用いたSAWデバイスと同様のSAWデバイスを用いた。したがってその構造および作成方法についてはそれぞれ図1A、図14および図2A～図2Hに示したものと同様であり、その説明は省略する。本実施の形態6によるSAWデバイスも、「 $L_1 \leq p_1$ 、かつ $L_2 \geq p_2$ （ただし、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 = p$ 、 $L_1 + L_2 = L$ の関係を満たす）」の関係を満たしている。但し、電極の規格化膜厚 $h / (2 \times p)$ は5%とした。

本実施の形態6においては、 $\text{SiO}_2$ 膜の膜厚と温度特性および電気特性の関係を示す為に、実施例10、11、12として $\text{SiO}_2$ の膜厚 $t$ の異なるSAWデバイスを3種類と比較例11として $\text{SiO}_2$ を形成していないSAWデバイスを作成した。それぞれのデバイスの電気特性を図21に、また、図21に示した電気特性から算出した電気機械結合係数( $k_2$ )と $\text{SiO}_2$ 膜厚との関係を図22に示す。ただし図21の電気特性の周波数依存性については、デバイス間の周波数ずれを考慮するため、また各デバイス間の特性の違いが分かりやすいように、各SAWデバイスの共振周波数で規格化した規格化周波数を用いてその依存性を示した。さらに、図23に各SAWデバイスの反共振周波数で測定した温度特性を示す。また、それぞれのデバイスの $\text{SiO}_2$ 膜の規格化膜厚 $t / (2 \times p)$ および電気機械結合係数と温度特性の一覧を表5に示した。

(表5)

	$t / (2 \times p)$	$k_2$	温度特性
	(%)	(%)	(ppm/K°)
比較例11	0.0	7.7	-41.2
実施例10	10.0	7.6	-33.8
実施例11	20.0	5.9	-19.5
実施例12	30.0	5.6	1.4

図23は $\text{SiO}_2$ 膜の膜厚が厚くなるにつれて、その温度特性も改善されることを示している。特に $\text{SiO}_2$ 膜の規格化膜厚が約0.13以上になると温度特性も $-30 \text{ ppm/K}$ 以下となり、さらに約30%で0温度係数となる。しかし同時に、図22は、その電気機械結合係数 $K_2$ が低下すること示している。電気機械結合係数 $K_2$ が小さくなるにつれて、急峻性は増すが、同時にこのSAWデバイスを用い

てラダー型のSAWフィルタを構成する際、その帯域幅は狭くなる。現在普及している携帯電話システムにおいて必要とされるフィルタの帯域幅を確保するには、6%程度以上の結合係数が好ましい。図22から6%の結合係数が得られるのはSiO<sub>2</sub>の規格化膜厚が約20%以下の場合で、SiO<sub>2</sub>膜の膜厚が約35%以上になると結合係数が5%以下となり、フィルタの帯域を確保することが非常に困難となる。また逆に電気機械結合係数が大きすぎると、帯域幅は広くなるが、急峻性が失われるため、送信帯域と受信帯域の間で十分に通過域から減衰域に遷移することができず、減衰域において十分な抑圧が得られない、もしくは通過域において損失が大きくなるといった問題が発生する。さらに温度係数を考慮すると、フィルタ特性に許される通過域から減衰域への遷移領域は（送信帯域と受信帯域の間の周波数ギャップー温度によるドリフト周波数幅）以下である必要がある。したがって、図22と図23を考慮すると、電気機械結合係数が約7%で温度特性が約 $-30 \text{ ppm}/^\circ\text{K}$ となるSiO<sub>2</sub>膜の膜厚が13%の場合よりも、SiO<sub>2</sub>膜の膜厚は厚い方が好ましい。したがって、以上の結果から発明者らは、保護膜としてSiO<sub>2</sub>を用い、基板表面から前記保護膜の凹部までの高さで定義される保護膜の厚さ $t$ が

$$13\% \leq t / (2 \times p) \leq 35\%$$

の条件を満たしている場合に良好な温度特性および電気特性が得られることを確認した。

#### （実施の形態7）

以下に本発明の実施の形態7における電子機器について図面を参照しながら説明する。

本実施の形態では、電子機器の一例として携帯電話を例に取り説明する。

図24Aは本発明の実施の形態7における、携帯電話の概観図、図24Bは同内部の要部の電気回路図である。

同図に示すように本実施の形態7の携帯電話は、アンテナ121およびこのアンテナ121に接続されたアンテナ共用器122を有している。このアンテナ共用器122は、送信用SAWフィルタ122a、受信用SAWフィルタ122b、および移相回路122cにより構成する。

本実施の形態7における送信用SAWフィルタ122aおよび受信用SAWフィ

ルタ 1 2 2 b は、実施の形態 3 で説明した SAW デバイスを用いるものである。

図 2 5 A に SAW フィルタ 1 2 2 a の、 $-35^{\circ}\text{C}$ 、 $25^{\circ}\text{C}$ 、 $+85^{\circ}\text{C}$  のそれぞれの温度で測定した電気特性を示す。

また、比較のため SAW フィルタ 1 2 2 a と同一周波数帯の  $\text{SiO}_2$  膜を形成していない SAW フィルタを  $-35^{\circ}\text{C}$ 、 $25^{\circ}\text{C}$ 、 $+85^{\circ}\text{C}$  のそれぞれの温度で測定した電気特性を図 2 5 B に示す。また、図 2 5 A 及び図 2 5 B においては、本実施の形態 7 の一例として取り上げた携帯電話システムにおける送信帯域 1 3 1 および受信帯域 1 3 2 をハッチングによって示している。この携帯電話システムでは、 $-35^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$  の温度範囲において、送信フィルタの場合、送信帯域において挿入損失  $-3.5\text{ dB}$  以下、受信帯域において  $-42\text{ dB}$  以上の抑圧が要求される。

図 2 5 A と図 2 5 B とを比較すると、実施の形態 3 で説明した SAW デバイスを用いた図 2 5 A の特性を持つフィルタは、急峻なフィルタ特性をもち、かつ温度変化による周波数ドリフトが少ないため、この携帯電話システムの要求性能である  $-30^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$  の温度範囲において、送信帯域において挿入損失  $-3.5\text{ dB}$  以下、受信帯域において  $-42\text{ dB}$  以上の抑圧が実現しているのに対し、図 2 5 A の特性を持つ  $\text{SiO}_2$  膜を形成していないフィルタは急峻な特性が実現できず、常温においても要求性を満たしておらず、しかも温度による周波数ドリフトが大きく、 $-30^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$  の範囲で特性を満たすことができない。

送信用 SAW フィルタ 1 2 2 a および受信用 SAW フィルタ 1 2 2 b に、実施の形態 1 で説明した SAW デバイスを用いた携帯電話に対して、発明者らは、 $-30^{\circ}\text{C}$  から  $+85^{\circ}\text{C}$  の環境下でその感度も同様に測定したところ、温度変化に対して、感度の変化が少ないことを確認した。

(実施の形態 8)

図 2 6 は、本発明の実施の形態 8 における SAW デバイスの断面図である。同上面図は、図 1 A と同一に表される。

図 1 A 及び図 2 6 に示すように本実施の形態 8 の SAW デバイスは、基板 1 の上面に櫛型電極 2 と、この櫛型電極 2 の両側に反射器 3 とを備え、少なくともこれら櫛型電極 2 と反射器 3 を覆う保護膜 4 を備えるものである。さらに櫛

型電極 2 には、この櫛型電極と電氣的に接続された電気信号の取出しを行うパッド 5 を有し、SAW デバイスを構成するものである。

基板 1 は、X 軸周りに Z 軸方向へ数度回転させた Y 板から切り出したタンタル酸リチウムからなるもので、その回転の角度が  $36^\circ$  である  $36^\circ$  YLT 基板である。

櫛型電極 2 はアルミニウム（以下、「A1」と記述する。）または A1 合金からなるものである。

保護膜 4 は、好ましくは二酸化シリコン（以下、「 $\text{SiO}_2$ 」と記述する。）からなるもので、図 26 に示すように、その天面は凹凸形状を備えている。保護膜 4 の凸部分 4 a は、基板 1 の上面の櫛型電極 2 を有する部分の上方およびその近傍に備わっている。また、保護膜 4 の凹部分 4 b は、凸部分 4 a 間の櫛型電極 2 が基板 1 の上面に存在しない部分に備わっている。

ここで、保護膜 4 が接している基板 1 の表面から、保護膜 4 の凸部分 4 a の頂部までの高さを  $t$  とし、保護膜 4 が接している基板 1 の表面から、保護膜 4 の凹部分 4 b の底部までの高さを  $t_1$  とし、保護膜 4 の凹部分 4 b の底部から凸部分 4 a の頂部までの高さ ( $t - t_1$ ) を  $t_2$  とする。

また、保護膜 4 が接している基板 1 の表面から、電極指 2 a の頂部までを櫛型電極 2 の高さ  $h$  とする。

さらに保護膜 4 の凸部分 4 a、凹部分 4 b 各々 1 つを 1 ピッチとし、この 1 ピッチあたりのピッチ幅を  $L$  とし、保護膜 4 の凸部分 4 a の頂部の幅を  $L_1$  とし、保護膜 4 の凹部分 4 b の底部の幅を  $L_2$  とする。また、保護膜 4 の 1 ピッチと同様に、1 つの櫛型電極 2 の電極指 2 a および一方が隣合う電極指 2 a の存在する部分までを櫛型電極 2 の 1 ピッチ幅  $p$  とする。

さらに、電極指 2 a の 1 本あたりの幅を  $p_1$  とし、隣合う電極指間の幅を  $p_2$  ( $p = p_1 + p_2$  が成り立つこと) とする。

また、ピッチ幅  $L$  と  $(L - L_2)$  との比  $(L - L_2) / L$  を  $\eta'$ 、櫛型電極 2 の 1 ピッチ幅  $p$  と電極指 1 本あたりの幅  $p_1$  との比  $p_1 / p$  を  $\eta$  と定義する。

本発明の実施の形態 8 においては、

$$h \leq t_2$$

(ただし、 $\eta' = 0.3 < \eta \leq \eta'$ 、 $L \doteq p$ 、 $p_1 + p_2 \doteq p$ 、 $L_1 > p_1$ )  
 の関係を満たすものである。

なお、上述した基板 1 には  $36^\circ$  YLT を用いたが、この基板 1 を、X 軸周りに Z 軸方向へ  $D^\circ$  回転させた Y 板から切り出した LT として、その回転の角度  $D^\circ$  が

$$38^\circ \leq D^\circ$$

である  $D^\circ$  YLT 基板を用いても同様の効果を奏する。

本発明の実施の形態 8 における SAW デバイスの製造方法は、図 2 A ~ 図 2 H に示したものと同様であるので、説明を略する。

なお発明者らは、上述した SAW デバイスの作成に関して、本実施の形態 8 においては、櫛型電極 2 の高さ  $h$  と櫛型電極 2 の 1 ピッチあたりのピッチ幅  $p$  との関係が

$$h / (2 \times p) \leq 0.05$$

のとき、必要とする保護膜の形状を比較的達成しやすいことも見出している。

以上のようにして作成された SAW デバイスについて、電気的特性を調べた。その結果、発明者らは良い特性が得られることを確認した。

また、発明者らは温度特性に関しても調べた結果、保護膜として  $\text{SiO}_2$  を用い、基板表面から前記保護膜の凹部までの高さ  $t_1$  が

$$18\% \leq t_1 / (2 \times p) \leq 35\%$$

の条件を満たしている場合に良好な温度特性が得られることも合わせて確認した。

#### (実施の形態 9)

以下、本発明の実施の形態 9 における SAW デバイスについて図面を参照しながら説明する。

本実施の形態 9 において SAW デバイスは、実施の形態 8 と同様の SAW デバイスを用いた。図 2 7 は本発明の実施の形態 9 における SAW デバイスの断面図である。本図において、実施の形態 8 で用いた図 2 6 と同様の構成は同一符号を付し、その説明は省略する。

図 2 7 において保護膜 2 3 4 は好ましくは  $\text{SiO}_2$  からなるもので、図 2 7 に



示すように、その上面は凹凸形状を備えている。保護膜 234 の凸部分 234 a は、基板 1 の上面の櫛型電極 2 を有する部分の上方およびその近傍に備えている。また、保護膜 234 の凹部分 234 b は、凸部分 234 a 間の櫛型電極 2 が基板 1 の上面に存在しない部分に備えている。ここで、保護膜 234 の凸部分 234 a、凹部分 234 b 各々 1 つを 1 ピッチとし、この 1 ピッチあたりのピッチ幅を  $L$  とし、保護膜 234 の凸部分 234 a の頂部の幅を  $L_1$  とし、保護膜 234 の凹部分 234 b の底部の幅を  $L_2$  とし、ピッチ幅  $L$  と  $(L - L_2)$  との比  $(L - L_2) / L$  を  $\eta'$  とする。また、保護膜 234 が接している基板 1 の表面から、保護膜 234 の凸部分 234 a の頂部までの高さを  $t$  とし、保護膜 234 が接している基板 1 の表面から、保護膜 234 の凹部分 234 b の底部までの高さを  $t_1$  とし、保護膜 234 の凹部分 234 b の底部から凸部分 234 a の頂部までの高さ  $(t - t_1)$  を  $t_2$  とする。

本実施の形態 9 と実施の形態 8 の図 26 とが相違する点は、実施の形態 8 の図 26 の保護膜 4 の凸部分 4 a の形状がほぼ角張っており、その角がおおむね  $90^\circ$  となっているのに対して、本実施の形態 9 の図 27 では、保護膜 234 の凸部分 234 a の形状は、その角が丸みを帯びている点にある。

本発明の実施の形態 9 においては、

$$h \leq t_2$$

(ただし、 $\eta' = 0.3 < \eta \leq \eta'$ 、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 \div p$ 、 $L_1 > p_1$  の関係を満たす) の関係を満たした上でさらに、

$$L_1 + L_2 < L \quad \text{かつ} \quad L_2 < p_2$$

の関係を満たすものである。

なお、本実施の形態 9 における SAW デバイスの作成方法は、実施の形態 8 で説明した方法と同様であるので、説明は省略する。

なお発明者らは、上述した SAW デバイスの作成に関して、本実施の形態 9 においても、櫛型電極 2 の高さ  $h$  と櫛型電極 2 の 1 ピッチあたりのピッチ幅  $p$  との関係が

$$h / (2 \times p) \leq 0.05$$

のとき、必要とする保護膜の形状を比較的達成し易いことも見出している。

以上のように構成したSAWデバイスについて、発明者らが電気的特性について調べた結果、良い特性が得られることを確認した。また、温度特性についても調べた結果、保護膜としてSiO<sub>2</sub>を用い、基板表面から前記保護膜の凹部までの高さt<sub>1</sub>が

$$18\% \leq t_1 / (2 \times p) \leq 35\%$$

の条件を満たしている場合に良好な温度特性が得られることも合わせて確認した。

#### (実施の形態10)

以下に本発明の実施の形態10におけるSAWデバイスについて図面を参照しながら説明する。

本実施の形態10においてSAWデバイスは、実施の形態8と同様のSAWデバイスを用いた。図28は本発明の実施の形態10におけるSAWデバイスの断面図である。本図において、実施の形態8で用いた図26と同様の構成は同一符号を付し、その説明は省略する。

図28において保護膜44は好ましくはSiO<sub>2</sub>からなるもので、図28に示すように、その上面は凹凸形状を備えている。保護膜244の凸部分244aは、基板1の上面の櫛型電極2を有する部分の上方およびその近傍に備えている。また、保護膜244の凹部分244bは、凸部分244a間の櫛型電極2が基板1の上面に存在しない部分に備えている。ここで、保護膜244の凸部分244a、凹部分244b各々1つを1ピッチとし、この1ピッチあたりのピッチ幅をLとし、保護膜244の凸部分244aの頂部の幅をL<sub>1</sub>とし、保護膜244の凹部分244bの底部の幅をL<sub>2</sub>とし、ピッチ幅Lと(L-L<sub>2</sub>)との比(L-L<sub>2</sub>)/Lをη'とする。また、保護膜244が接している基板1の表面から、保護膜244の凸部分244aの頂部までの高さをtとし、保護膜244が接している基板1の表面から、保護膜44の凹部分44bの底部までの高さをt<sub>1</sub>とし、保護膜44の凹部分44bの底部から凸部分44aの頂部までの高さ(t-t<sub>1</sub>)をt<sub>2</sub>とする。

本実施の形態10と実施の形態8の図26とが相違する点は、実施の形態8の図26の保護膜4の凸部分4aの頂部の幅L<sub>1</sub>が、電極2aの幅p<sub>1</sub>よりも

広く、そのため、保護膜 4 の凸部分 4 a が電極 2 a の上方およびその近傍に存在するのに対し、本実施の形態 10 においては、保護膜 2 4 4 の凸部分 2 4 4 a の頂部の幅  $L_1$  は、電極 2 a の幅  $p_1$  よりも狭い点にある。

本発明の実施の形 10 においては、

$$h \leq t_2$$

(ただし、 $L_1 + L_2 < L$ 、 $L_2 < p_2$ 、 $L_1 \leq p_1$ 、 $L \neq p$ 、 $p_1 + p_2 \neq p$  の関係を満たす) の関係を満たすものである。

なお、本実施の形態 10 における SAW デバイスの作成方法は、実施の形態 8 で説明した方法と同様であるので、説明は省略する。

なお発明者らは、上述した SAW デバイスの作成に関して、本実施の形態 10 においても、櫛型電極 2 の高さ  $h$  と櫛型電極 2 の 1 ピッチあたりのピッチ幅  $p$  との関係が

$$h / (2 \times p) \leq 0.05$$

のとき、必要とする保護膜の形状を比較的達成しやすいことも見出している。

以上のように構成した SAW デバイスについて、発明者らが電気的特性について調べた結果、良い特性が得られることを確認した。また、温度特性に関しても調べた結果は、保護膜として  $SiO_2$  を用い、基板表面から保護膜の凹部までの高さを  $t_1$  とすると、

$$18\% \leq t_1 / (2 \times p) \leq 35\%$$

の条件を満たしている場合に良好な温度特性が得られることも合わせて確認した。

(実施の形態 11)

以下本発明の実施の形態 11 における SAW デバイスについて図面を参照しながら説明する。

本実施の形態 11 において SAW デバイスは、実施の形態 8 と同様の SAW デバイスを用いた。図 29 は本発明の実施の形態 11 における SAW デバイスの断面図である。本図において、実施の形態 8 で用いた図 26 と同様の構成は同一符号を付し、その説明は省略する。

図 29 において保護膜 2 5 4 は好ましくは  $SiO_2$  からなるもので、図 29 に

示すように、その上面は凹凸形状を備えている。保護膜254の凸部分254aは、基板1の上面の櫛型電極2を有する部分の上方およびその近傍に備えている。また、保護膜254の凹部分254bは、凸部分254a間の櫛型電極2が基板1の上面に存在しない部分に備えている。ここで、保護膜254の凸部分254a、凹部分254b各々1つを1ピッチとし、この1ピッチあたりのピッチ幅をLとし、保護膜254の凸部分254aの頂部の幅をL1とし、保護膜254の凹部分254bの底部の幅をL2とし、ピッチ幅Lと(L-L2)との比(L-L2)/Lを $\eta'$ とする。また、保護膜254が接している基板1の表面から、保護膜254の凸部分254aの頂部までの高さをtとし、保護膜254が接している基板1の表面から、保護膜254の凹部分254bの底部までの高さをt1とし、保護膜254の凹部分254bの底部から凸部分254aの頂部までの高さ(t-t1)をt2とする。

本実施の形態11と実施の形態8の図26とが相違する点は、実施の形態8の図26の保護膜4の凹部分4bの底部から凸部分4aの頂部までの高さt2が、櫛型電極2の高さh以上としたのに対して、本実施の形態11の図29では、保護膜254の凹部分254bの底部から凸部分254aの頂部までの高さt2が櫛型電極2の高さhよりも低いとした点にある。

本実施の形態11においては、

$$0 < t_2 < h$$

(ただし、 $\eta' = 0.3 < \eta \leq \eta'$ 、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 \div p$ 、 $L_1 > p_1$ の関係を満たす)の関係を満たすものである。

なお、本実施の形態11においては、櫛型電極の高さhとこの櫛型電極の1ピッチあたりのピッチ幅pとの関係が、

$$0.05 \leq h / (2 \times p)$$

であることが、特性上より好ましい。

本実施の形態11における、SAWデバイスの作成方法は、実施の形態8で説明した方法と同様であるので、説明は省略する。

以上のように構成したSAWデバイスについて、発明者らが電気的特性について調べた結果、良い特性が得られることを確認した。また、温度特性につい

ても調べた結果、保護膜としてSiO<sub>2</sub>を用い、基板表面から前記保護膜の凹部までの高さt<sub>1</sub>が、

$$18\% \leq t_1 / (2 \times p) \leq 35\%$$

の条件を満たしている場合に良好な温度特性が得られることも合わせて確認した。

(実施の形態12)

以下、本発明の実施の形態12におけるSAWデバイスについて図面を参照しながら説明する。

本実施の形態12においてSAWデバイスは、実施の形態8と同様のSAWデバイスを用いた。図30は本発明の実施の形態12におけるSAWデバイスの断面図である。本図において、実施の形態8で用いた図26と同様の構成は同一符号を付し、その説明は省略する。

図30において保護膜264は好ましくはSiO<sub>2</sub>からなるもので、図30に示すように、その上面は凹凸形状を備えている。保護膜264の凸部分264aは、基板1の上面の櫛型電極2を有する部分の上方およびその近傍に備えている。また、保護膜264の凹部分264bは、凸部分264a間の櫛型電極2が基板1の上面に存在しない部分に備えている。ここで、保護膜264の凸部分264a、凹部分264b各々1つを1ピッチとし、この1ピッチあたりのピッチ幅をLとし、保護膜264の凸部分264aの頂部の幅をL<sub>1</sub>とし、保護膜264の凹部分264bの底部の幅をL<sub>2</sub>とし、ピッチ幅Lと(L-L<sub>2</sub>)との比(L-L<sub>2</sub>)/Lをη'とする。また、保護膜264が接している基板1の表面から、保護膜264の凸部分264aの頂部までの高さをtとし、保護膜264が接している基板1の表面から、保護膜264の凹部分264bの底部までの高さをt<sub>1</sub>とし、保護膜264の凹部分264bの底部から凸部分264aの頂部までの高さ(t-t<sub>1</sub>)をt<sub>2</sub>とする。

本実施の形態12と実施の形態8の図26とが相違する点は、実施の形態8の図26の保護膜4の凸部分4aの形状がほぼ角張っており、その角がおおむね90°となっているのに対して、本発明の実施の形態12の図30では、保護膜264の凸部分264aの形状は、その角が丸みを帯びている点にある。

更に、実施の形態 8 の図 26 の保護膜 4 の凹部分 4 b の底部から凸部分 4 a の頂部までの高さ  $t_2$  が、櫛型電極 2 の高さ  $h$  以上としたのに対して、本実施の形態 12 の図 30 では、保護膜 264 の凹部分 264 b の底部から凸部分 264 a の頂部までの高さ  $t_2$  が櫛型電極 2 の高さ  $h$  よりも低いとした点が相違する。

本発明の実施の形態 12 においては、

$$0 < h < t_2$$

(ただし、 $\eta' = 0.3 < \eta \leq \eta'$ 、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 \div p$ 、 $L_1 > p_1$  の関係を満たす) の関係を満たした上でさらに、

$$L_1 + L_2 < L \quad \text{かつ} \quad L_2 < p_2$$

の関係を満たすものである。

なお、本実施の形態 12 においても、櫛型電極の高さ  $h$  とこの櫛型電極の 1 ピッチあたりのピッチ幅  $p$  との関係が、

$$0.05 \leq h / (2 \times p)$$

であることが、特性上より好ましい。

本実施の形態 12 における SAW デバイスの作成方法は、実施の形態 8 で説明した方法と同様であるので、説明は省略する。

以上のように構成した SAW デバイスについて、発明者らが電気的特性について調べた結果、良い特性が得られることを確認した。

また、温度特性についても調べた結果、保護膜として  $\text{SiO}_2$  を用い、基板表面から前記保護膜の凹部までの高さ  $t_1$  が

$$18\% \leq t_1 / (2 \times p) \leq 35\%$$

の条件を満たしている場合に良好な温度特性が得られることも合わせて確認した。

(実施の形態 13)

以下に本発明の実施の形態 13 における SAW デバイスについて図面を参照しながら説明する。

本実施の形態 13 において SAW デバイスは、実施の形態 8 と同様の SAW デバイスを用いた。図 31 は本発明の実施の形態 13 における SAW デバイス

の断面図である。本図において、実施の形態 8 で用いた図 2 6 と同様の構成は同一符号を付し、その説明は省略する。

図 3 1 において保護膜 2 7 4 は好ましくは  $\text{SiO}_2$  からなるもので、図 3 1 に示すように、その上面は凹凸形状を備えている。保護膜 2 7 4 の凸部分 2 7 4 a は、基板 1 の上面の櫛型電極 2 を有する部分の上方およびその近傍に備えている。また、保護膜 2 7 4 の凹部分 2 7 4 b は、凸部分 2 7 4 a 間の櫛型電極 2 が基板 1 の上面に存在しない部分に備えている。ここで、保護膜 2 7 4 の凸部分 2 7 4 a、凹部分 2 7 4 b 各々 1 つを 1 ピッチとし、この 1 ピッチあたりのピッチ幅を  $L$  とし、保護膜 2 7 4 の凸部分 2 7 4 a の頂部の幅を  $L_1$  とし、保護膜 2 7 4 の凹部分 2 7 4 b の底部の幅を  $L_2$  とし、ピッチ幅  $L$  と  $(L - L_2)$  との比  $(L - L_2) / L$  を  $\eta'$  とする。また、保護膜 2 7 4 が接している基板 1 の表面から、保護膜 2 7 4 の凸部分 2 7 4 a の頂部までの高さを  $t$  とし、保護膜 2 7 4 が接している基板 1 の表面から、保護膜 2 7 4 の凹部分 2 7 4 b の底部までの高さを  $t_1$  とし、保護膜 2 7 4 の凹部分 2 7 4 b の底部から凸部分 2 7 4 a の頂部までの高さ  $(t - t_1)$  を  $t_2$  とする。

本実施の形態 1 3 と実施の形態 8 の図 2 6 とが相違する点は、実施の形態 8 の図 2 6 の保護膜 4 の凸部分 4 a の頂部の幅  $L_1$  が、電極 2 a の幅  $p_1$  よりも広く、そのため、保護膜 4 の凸部分 4 a が電極 2 a の上方およびその近傍に存在するのに対し、本実施の形態 1 3 においては、保護膜 2 7 4 の凸部分 2 7 4 a の頂部の幅  $L_1$  は、電極 2 a の幅  $p_1$  よりも狭い点にある。更に、実施の形態 8 の図 2 6 の保護膜 4 の凹部分 4 b の底部から凸部分 4 a の頂部までの高さ  $t_2$  が、櫛型電極 2 の高さ  $h$  以上としたのに対して、本実施の形態 1 3 の図 3 1 では、保護膜 2 7 4 の凹部分 2 7 4 b の底部から凸部分 2 7 4 a の頂部までの高さ  $t_2$  が櫛型電極 2 の高さ  $h$  よりも低いとした点が相違する。

本発明の実施の形態 1 3 においては、

$$0 < t_2 < h$$

(ただし、 $L_1 + L_2 < L$ 、 $L_2 < p_2$ 、 $L_1 \leq p_1$ 、 $L \neq p$ 、 $p_1 + p_2 \neq p$  の関係を満たす) の関係を満たすものである。

なお、本実施の形態 1 3 においても、櫛型電極の高さ  $h$  とこの櫛型電極の 1

ピッチあたりのピッチ幅  $p$  との関係が、

$$0.05 \leq h / (2 \times p)$$

であることが、特性上より好ましい。

本実施の形態 13 における、SAWデバイスの作成方法は、実施の形態 8 で説明した方法と同様であるので、説明は省略する。

以上のように構成した SAWデバイスについて、発明者らが電気的特性について調べた結果、良い特性が得られることを確認した。

また、温度特性に関しても調べた結果は、保護膜として  $\text{SiO}_2$  を用い、基板表面から保護膜の凹部までの高さ  $t$  とすると、

$$18\% \leq t / (2 \times p) \leq 35\%$$

の条件を満たしている場合に良好な温度特性が得られることも合わせて確認した。

なお、図 24B に示した送信用 SAW フィルタ 122a および受信用 SAW フィルタ 122b に、実施の形態 8～13 として説明した何れかの SAW デバイスを用いることができる。このように構成した携帯電話に対して、発明者らは、その感度を  $-25^\circ\text{C}$  から  $85^\circ\text{C}$  の環境下で測定したところ、温度変化に対して、感度の変化が少ないことを確認した。

(実施の形態 14)

図 32 は、本発明の実施の形態 14 における SAW デバイスの断面図である。同上面図は、図 1A と同一に表される。

図 1A 及び図 32 に示すように本実施の形態 14 の SAW デバイスは、基板 1 の上面に櫛型電極 2 と、この櫛型電極 2 の両側に反射器 3 とを備え、少なくともこれら櫛型電極 2 および反射器 3 を覆う保護膜 4 を備えるものである。さらに櫛型電極 2 には、この櫛型電極 2 と電氣的に接続された電気信号の取出しを行うパッド 5 を有し、SAW デバイスを構成するものである。

基板 1 は、X 軸周りに Z 軸方向へ数度回転させた Y 板から切出したタンタル酸リチウムからなるもので、その回転の角度が  $36^\circ$  である  $36^\circ$  YLT 基板である。

櫛型電極 2 はアルミニウム（以下、「Al」と記する。）または Al 合金からなるものである。



保護膜 4 は、好ましくは二酸化シリコン（以下、「 $\text{SiO}_2$ 」と記する。）からなるもので、図 3 2 に示すように、その天面は凹凸形状を備えている。保護膜 4 の凸部分 4 a は、基板 1 の上面の櫛型電極 2 を有する部分の上方およびその近傍に備わっている。また、保護膜 4 の凹部分 4 b は、凸部分 4 a 間の櫛型電極 2 が基板 1 の上面に存在しない部分に備わっている。

ここで、保護膜 4 の凸部分 4 a、凹部分 4 b 各々 1 つを 1 ピッチとし、この 1 ピッチあたりのピッチ幅を  $L$  とし、保護膜 4 の凸部分 4 a の頂部の幅を  $L_1$  とし、保護膜 4 の凹部分 4 b の底部の幅を  $L_2$  とする。また、保護膜 4 の 1 ピッチと同様に、1 つの櫛型電極 2 の電極指 2 a および一方が隣合う電極指 2 a の存在する部分までを櫛型電極 2 の 1 ピッチ幅を  $p$  とする。さらに、電極指 2 a の 1 本あたりの幅を  $p_1$  とし、隣合う電極指間の幅を  $p_2$  ( $p = p_1 + p_2$  が成り立つこと) とする。

さらに、保護膜 4 と接している基板 1 の表面から保護膜 4 の凹部分 4 b の底部までの高さを、保護膜 4 の厚さ  $t$  とする。

また、ピッチ幅  $L$  と  $(L - L_2)$  との比  $(L - L_2) / L$  を  $\eta'$ 、櫛型電極 2 の 1 ピッチ幅  $p$  と電極指 1 本あたりの幅  $p_1$  との比  $p_1 / p$  を  $\eta$  とする。

本発明の実施の形態 1 4 においては、

$$\eta' - 0.3 < \eta \leq \eta'$$

（ただし、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 \div p$ 、 $L_1 > p_1$ ）の関係を満たすものである。

なお、上述した基板 1 には  $36^\circ$  YLT を用いたが、この基板 1 を、X 軸周りに Z 軸方向へ  $D^\circ$  回転させた Y 板から切出した LT として、その回転の角度  $D^\circ$  が、

$$38^\circ \leq D^\circ$$

である  $D^\circ$  YLT 基板を用いても同様の効果を奏する。

本発明の実施の形態 1 4 における SAW デバイスの製造方法は、図 2 A ~ 図 2 H に示したものと同様であるので、説明を略する。

以上のようにして作成された SAW デバイスについて、電気的特性（共振器特性）を調べた。その結果、発明者らは良い特性が得られることを確認した。

また、発明者らは温度特性に関しても調べた結果、保護膜として  $\text{SiO}_2$  を用い、基板表面から前記保護膜の凹部までの高さで定義される保護膜の厚さ  $t$  が

$$「18\% \leq t / (2 \times p) \leq 35\%」$$

の条件を満たしている場合に良好な温度特性が得られることも合わせて確認した。

(実施の形態15)

以下本発明の実施の形態15におけるSAWデバイスについて図面を参照しながら説明する。

本実施の形態15においてSAWデバイスは、実施の形態14と同様のSAWデバイスを用いた。図33は本発明の実施の形態15におけるSAWデバイスの断面図である。本図において、実施の形態14で用いた図32と同様の構成は同一符号を付し、その説明は省略する。

図33において保護膜334は好ましくは二酸化シリコン（以下、「SiO<sub>2</sub>」と記する。）からなるもので、図33に示すように、その上面は凹凸形状を備えている。保護膜334の凸部分334aは、基板1の上面の櫛型電極2を有する部分の上方およびその近傍に備えている。また、保護膜334の凹部分334bは、凸部分334a間の櫛型電極2が基板1の上面に存在しない部分に備えている。ここで、保護膜334の凸部分334a、凹部分334b各々1つを1ピッチとし、この1ピッチあたりのピッチ幅をLとし、保護膜334の凸部分334aの頂部の幅をL<sub>1</sub>とし、保護膜334の凹部分334bの底部の幅をL<sub>2</sub>とする。

本実施の形態15と図32に示した実施の形態14とが相違する点は、実施の形態14の図32の保護膜4の凸部4aの形状がほぼ角張っており、その角はおおむね90°となっているのに対して、本発明の実施の形態15では、保護膜334の凸部334aの形状は、その角が丸みを帯びている点にある。

本発明の実施の形態15においては、

$$\eta' - 0.3 < \eta \leq \eta'$$

(ただし、 $L \cong p$ 、 $p_1 + p_2 \cong p$ 、 $L_1 > p_1$ ) の関係を満たした上でさらに、

$$L_1 + L_2 < L、かつ L_2 < p_2$$

の関係を満たすものである。

なお、本実施の形態15における、SAWデバイスの作成方法は、実施の形態14で説明した方法と同様であるので、説明は省略する。

以上のように構成したSAWデバイスについて、発明者らが電氣的特性（共振器

特性) について調べた結果、良い特性が得られることを確認した。また、温度特性についても調べた結果、保護膜として  $\text{SiO}_2$  を用い、基板表面から保護膜の凹部までの高さを  $t$  とすると、

$$18\% \leq t / (2 \times p) \leq 35\%$$

の条件を満たしている場合に良好な温度特性が得られることも合わせて確認した。

(実施の形態 16)

以下に本発明の実施の形態 16 における SAW デバイスについて図面を参照しながら説明する。

本実施の形態 16 において SAW デバイスは、実施の形態 14 と同様の SAW デバイスを用いた。図 34 は本発明の実施の形態 16 における SAW デバイスの断面図である。本図において、実施の形態 14 で用いた図 32 と同様の構成は同一符号を付し、その説明は省略する。

図 34 において保護膜 344 (図 32 における 4) は、好ましくは  $\text{SiO}_2$  からなるもので、図 34 に示すように、その上面は凹凸形状を備えている。保護膜 344 の凸部分 344a は、基板 1 の上面に形成された電極指 2a を有する部分の上方およびその近傍に備えている。また、保護膜 344 の凹部分 344b は、凸部分 344a 間の櫛型電極 2 が基板 1 の上面に存在しない部分に備えている。ここで、保護膜 344 の凸部分 344a、凹部分 344b 各々 1 つを 1 ピッチとし、この 1 ピッチあたりのピッチ幅を  $L$  とし、保護膜 344 の凸部分 344a の頂部の幅を  $L_1$  とし、保護膜 344 の凹部分 344b の底部の幅を  $L_2$  とする。

本実施の形態 16 と図 32 に示した実施の形態 14 とが相違する点は、実施の形態 14 の図 32 の保護膜 4 の凸部分 4a の頂部の幅  $L_1$  が、電極指 2a の幅  $p_1$  よりも広く、保護膜 4 の凸部分 4a が電極指 2a の上方およびその近傍に存在するのに対し、本実施の形態 16 においては、保護膜 344 の凸部分 344a の頂部の幅  $L_1$  は、電極指 2a の幅  $p_1$  よりも狭く設定した点にある。

本発明の実施の形態 16 においては、

$$L_1 + L_2 < L, \quad L_2 < p_2, \quad \text{かつ} \quad L_1 \leq p_1$$

(ただし、 $L \doteq p$ 、 $p_1 + p_2 \doteq p$ ) の関係を満たすことが必要である。

なお、本実施の形態 16 における、SAW デバイスの作成方法は、実施の形態 1

4で説明した方法と同様であるので、説明は省略する。

以上のように構成したSAWデバイスについて、発明者らが電気的特性（共振器特性）について調べた結果、良い特性が得られることを確認した。また、温度特性に関しても調べた結果は、保護膜としてSiO<sub>2</sub>を用い、基板表面から保護膜の凹部までの高さをtとすると、

$$18\% \leq t / (2 \times p) \leq 35\%$$

の条件を満たしている場合に良好な温度特性が得られることも合わせて確認した。

なお、図24Bに示した送信用SAWフィルタ122aおよび受信用SAWフィルタ122bに、実施の形態14～16として説明した何れかのSAWデバイスを用いることができる。このように構成した携帯電話に対して、発明者らは、その感度を-25℃から85℃の環境下で測定したところ、温度変化に対して、感度の変化が少ないことを確認した。

本発明は詳細に説明されたが、上記した説明は、全ての局面において、例示であって、本発明がそれに限定されるものではない。例示されていない無数の変形例が、この発明の範囲から外れることなく想定され得るものと解される。

（幅L1、L2の定め方）

ここでは、実施例1～12及び比較例1～11において、保護膜の凸部の幅L1、凹部の幅L2の定め方について述べる。SAWデバイスの断面形状は、SAWデバイスの表面を金属でコーティングした上で、FIB（Focused Ion Beam）によりSAWの伝播方向に電極を切断し、図15A～図15E等のように電子顕微鏡（SEM）で観察した結果からその形状を特定した。ただし、例えば図35Aに示す電極の断面形状のように、SiO<sub>2</sub>の保護膜4の凸部の頂部141がほぼ点状で、かつ凸部の頂部141から底部にかけて曲線状に丸みを帯びた状態になり、幅L1と幅L2との境界が判然としない場合については、図35Bに示すように、凸部の頂部141近傍において底部から頂部への辺を曲線142で近似し、その曲線の凸部の頂部141における接線143と、隣あう保護膜4の底部を結ぶ直線144との交点145を、幅L1と幅L2との境界として定義した。

産業上の利用可能性

本発明は、基板上に形成された電極を覆うように保護膜を形成し、かつその保護膜の形状や厚さを特定の範囲に設定することによって温度特性および電気的特性が優れた電子部品及び電子機器を実現するものであり、産業上有用である。

## 請 求 の 範 囲

1. 基板と、この基板の上面に設けた櫛型電極と、この櫛型電極を覆うとともに天面に凹凸形状を有する保護膜とを備え、この保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凸部の頂部までの高さを $t$ 、この保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凹部の底部までの高さを $t_1$ 、この保護膜の凸部の頂部からこの保護膜の凹部の底部までの高さ $(t - t_1)$ を $t_2$ とし、この保護膜の凹凸形状の1ピッチあたりのピッチ幅を $L$ 、前記保護膜の凹凸形状の1ピッチあたりの凹凸の凸部の幅を $L_1$ 、凹部の幅を $L_2$ 、前記櫛型電極の1ピッチあたりのピッチ幅を $p$ 、前記櫛形電極を構成する電極指1本あたりの幅を $p_1$ 、前記電極指間の幅を $p_2$ 、前記櫛型電極の膜厚を $h$ としたとき、

$$t_2 \leq h$$

(ただし、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 = p$ 、 $L_1 + p L_2 = L$ 、 $L_1 \leq p_1$ 、 $L_2 \geq p_2$ の関係を満たす)である電子部品。

2. 基板上に設けられた櫛型電極において、前記櫛型電極の膜厚 $h$ と前記櫛型電極の1ピッチあたりのピッチ幅 $p$ との関係が、

$$0.05 \leq h / (2 \times p)$$

である、請求の範囲1記載の電子部品。

3. 基板と、この基板の上面に設けた櫛型電極と、この櫛型電極を覆うとともに天面に凹凸形状を有する保護膜とを備え、この保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凸部の頂部までの高さを $t$ 、この保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凹部の底部までの高さを $t_1$ 、この保護膜の凸部の頂部からこの保護膜の凹部の底部までの高さ $(t - t_1)$ を $t_2$ とし、この保護膜の凹凸形状の1ピッチあたりのピッチ幅を $L$ 、前記保護膜の凹凸形状の1ピッチあたりの凹凸の凸部の幅を $L_1$ 、凹部の幅を $L_2$ 、前記櫛型電極の1ピッチあたりのピッチ幅を $p$ 、前記櫛形電極を構成する電極指1本あたりの幅を $p_1$ 、前記電極指間の幅を $p_2$ 、前記櫛型電極の膜厚を $h$ としたとき、

$$h \leq t_2$$

(ただし、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 = p$ 、 $L_1 + p L_2 = L$ 、 $L_1 \leq p_1$ 、 $L_2 \geq p_2$ の

関係を満たす)である電子部品。

4. 基板上に設けられた櫛型電極において、前記櫛型電極の膜厚  $h$  と前記櫛型電極の 1 ピッチあたりのピッチ幅  $p$  との関係が、

$$h / (2 \times p) \leq 0.05$$

である、請求の範囲 3 記載の電子部品。

5. 1 ピッチあたりの保護膜のピッチ幅  $L$  と、前記保護膜の凹凸形状の 1 ピッチあたりの凹凸の凸部の幅  $L_1$  との比  $L_1 / L$  を  $\eta'$  とし、1 ピッチあたりの櫛型電極のピッチ幅  $p$  と、前記櫛形電極を構成する電極指 1 本あたりの幅  $p_1$  との比  $p_1 / p$  を  $\eta$  としたとき、 $\eta$  と  $\eta'$  との関係が、

$$\eta' / \eta \leq 0.86$$

(ただし、 $L \neq p$ 、 $p_1 + p_2 = p$ 、 $L_1 + L_2 = L$  の関係を満たす)である請求の範囲 1 または 3 のいずれかに記載の電子部品。

6. 1 ピッチあたりの保護膜の凹凸の凸部の幅  $L_1$  の中心を  $L_c$  とし、前記 1 ピッチあたりの保護膜の凸部の下に位置する櫛型電極の電極指の幅  $p_1$  の中心を  $p_c$  としたとき、 $L_c$  と  $p_c$  が平面視ほぼ同一直線上に存在している請求項 1 または 3 のいずれかに記載の電子部品。

7. 基板は、タンタル酸リチウム基板であって、かつこのタンタル酸リチウム基板の切出し角度が、X 軸周りに Z 軸方向への回転角度を  $D^\circ$  とした場合、

$$38^\circ \leq D^\circ$$

の Y 板から切出されたものである請求の範囲 1 または 3 のいずれかに記載の電子部品。

8. 基板の上面に設けた櫛型電極と、この櫛型電極を覆うとともに天面に凹凸形状を有する保護膜は、この保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凹部の底部までの高さ  $t_1$  と、櫛型電極の 1 ピッチあたりのピッチ幅  $p$  の関係が、

$$13\% \leq t_1 / (2 \times p) \leq 35\%$$

である請求の範囲 1 または 3 のいずれかに記載の電子部品。

9. 保護膜は二酸化シリコンである請求の範囲 1 または 3 のいずれかに記載の電子部品。

10. 基板と、この基板の上面に設けた櫛型電極と、この櫛型電極を覆うよう

に設けた保護膜とを備え、この保護膜の天面はほぼ平坦であって、この保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の上面までの高さを  $t$ 、前記櫛型電極の 1 ピッチあたりのピッチ幅を  $p$  としたとき、前記基板は、タンタル酸リチウム基板であって、かつこのタンタル酸リチウム基板の切出し角度が、 $X$  軸周りの  $Z$  軸方向への回転角度を  $D^\circ$  とした場合、

$$38^\circ \leq D^\circ$$

の  $Y$  板から切出されたものであり、かつ

$$13\% \leq t / (2 \times p) \leq 35\%$$

である電子部品。

1.1. 基板上に設けられた櫛型電極において、前記櫛型電極の膜厚  $h$  と前記櫛型電極の 1 ピッチあたりのピッチ幅  $p$  との関係が、

$$0.05 \leq h / (2 \times p)$$

である、請求の範囲 10 記載の電子部品。

1.2. 基板と、この基板の上面に設けた櫛型電極と、この櫛型電極を覆うとともに天面に凹凸形状を有する保護膜とを備え、この保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凸部の頂部までの高さを  $t$ 、この保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凹部の底部までの高さを  $t_1$ 、この保護膜の凸部の頂部からこの保護膜の凹部の底部までの高さ  $(t - t_1)$  を  $t_2$  とし、この保護膜の凹凸形状の 1 ピッチあたりのピッチ幅を  $L$ 、前記保護膜の凹凸形状の 1 ピッチあたりの凹凸の凸部の頂部の幅を  $L_1$ 、凹部の幅を  $L_2$ 、前記ピッチ幅  $L$  と  $(L - L_2)$  との比  $(L - L_2) / L$  を  $\eta'$ 、前記櫛型電極の高さを  $h$ 、前記櫛型電極の 1 ピッチあたりのピッチ幅を  $p$ 、前記櫛形電極を構成する電極指 1 本あたりの幅を  $p_1$ 、前記電極指間の幅を  $p_2$ 、前記櫛型電極のピッチ  $p$  と前記電極指 1 本の幅  $p_1$  との比  $p_1 / p$  を  $\eta$  としたとき、

$$h \leq t_2$$

(ただし、 $\eta' - 0.3 < \eta \leq \eta'$ 、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 \div p$ 、 $L_1 > p_1$  の関係を満たす)

である電子部品。

1.3. 1 ピッチあたりの保護膜と櫛型電極の隣合う電極指間の幅  $p_2$  との



関係が、

$$L_1 + L_2 < L \quad \text{かつ} \quad L_2 < p_2$$

(ただし、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 \div p$  の関係を満たす)

である請求項 12 に記載の電子部品。

14. 基板と、この基板の上面に設けた櫛型電極と、この櫛型電極を覆うとともに天面に凹凸形状を有する保護膜とを備え、この保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凸部の頂部までの高さを  $t$ 、この保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凹部の底部までの高さを  $t_1$ 、この保護膜の凸部の頂部からこの保護膜の凹部の底部までの高さ ( $t - t_1$ ) を  $t_2$  とし、この保護膜の凹凸形状の 1 ピッチあたりのピッチ幅を  $L$ 、前記保護膜の凹凸形状の 1 ピッチあたりの凹凸の凸部の頂部の幅を  $L_1$ 、凹部の幅を  $L_2$ 、前記櫛型電極の高さを  $h$ 、前記櫛型電極の 1 ピッチあたりのピッチ幅を  $p$ 、前記櫛形電極を構成する電極指 1 本あたりの幅を  $p_1$ 、前記電極指間の幅を  $p_2$  としたとき、

$$h \leq t_2$$

(ただし、 $L_1 + L_2 < L$ 、 $L_2 < p_2$ 、 $L_1 \leq p_1$ 、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 \div p$  の関係を満たす)

である電子部品。

15. 櫛型電極は、前記櫛型電極の高さ  $h$  と前記櫛型電極との 1 ピッチあたりのピッチ幅  $p$  との関係が、

$$h / (2 \times p) < 0.05$$

である請求項 12 または 14 のいずれかに記載の電子部品。

16. 基板と、この基板の上面に設けた櫛型電極と、この櫛型電極を覆うとともに天面に凹凸形状を有する保護膜とを備え、この保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凸部の頂部までの高さを  $t$ 、この保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凹部の底部までの高さを  $t_1$ 、この保護膜の凸部の頂部からこの保護膜の凹部の底部までの幅 ( $t - t_1$ ) を  $t_2$  とし、この保護膜の凹凸形状の 1 ピッチあたりのピッチ幅を  $L$ 、前記保護膜の凹凸形状の 1 ピッチあたりの凹凸の凸部の頂部の幅を  $L_1$ 、凹部の幅を  $L_2$ 、前記ピッチ

幅 $L$ と $(L-L_2)$ との比 $(L-L_2)/L$ を $\eta'$ 、前記電極指の高さを $h$ 、前記櫛型電極の1ピッチあたりのピッチ幅を $p$ 、前記櫛形電極を構成する電極指1本あたりの幅を $p_1$ 、前記電極指間の幅を $p_2$ 、前記櫛型電極のピッチ $p$ と前記電極指1本の幅 $p_1$ との比 $p_1/p$ を $\eta$ としたとき、

$$0 < t_2 < h$$

(ただし、 $\eta' = 0.3 < \eta \leq \eta'$ 、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 \div p$ 、 $L_1 > p_1$ の関係を満たす)

である電子部品。

17. 1ピッチあたりの保護膜と櫛型電極の隣合う電極指間の幅 $p_1$ との関係が、

$$L_1 + L_2 < L \quad \text{かつ} \quad L_1 < p_1$$

(ただし、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 \div p$ の関係を満たす)

である請求項16に記載の電子部品。

18. 基板と、この基板の上面に設けた櫛型電極と、この櫛型電極を覆うとともに天面に凹凸形状を有する保護膜とを備え、この保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凸部の頂部までの高さを $t$ 、この保護膜と接する前記基板の表面からこの保護膜の凹部の底部までの高さを $t_1$ 、この保護膜の凸部の頂部からこの保護膜の凹部の底部までの幅 $(t-t_1)$ を $t_2$ とし、この保護膜の凹凸形状の1ピッチあたりのピッチ幅を $L$ 、前記保護膜の凹凸形状の1ピッチあたりの凹凸の凸部の頂部の幅を $L_1$ 、凹部の幅を $L_2$ 、前記電極指の高さを $h$ 、前記櫛型電極の1ピッチあたりのピッチ幅を $p$ 、前記櫛形電極を構成する電極指1本あたりの幅を $p_1$ 、前記電極指間の幅を $p_2$ としたとき、

$$0 < t_2 < h$$

(ただし、 $L_1 + L_2 < L$ 、 $L_2 < p_2$ 、 $L_1 \leq p_1$ 、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 \div p$ の関係を満たす)

である電子部品。

19. 櫛型電極は、前記櫛型電極の高さ $h$ と前記櫛型電極の1ピッチあたりのピッチ幅 $p$ との関係が、

$$0.05 \leq h / (2 \times p)$$

である、請求項 16 または 18 のいずれかに記載の電子部品。

20. 基板は、タンタル酸リチウムからなるものであって、このタンタル酸リチウム基板の切出し角度が、X 軸周りに Z 軸方向への回転角度を  $D^\circ$  とした場合、

$$38^\circ \leq D^\circ$$

の Y 板から切り出されたものである請求項 12、14、16 または 18 のいずれか一つに記載の電子部品。

21. 保護膜は、基板表面から前記保護膜の凹部までの高さを  $t_1$  としたとき、

$$18\% \leq t_1 / (2 \times p) \leq 35\%$$

である請求項 12、14、16 または 18 のいずれか一つに記載の電子部品。

22. 保護膜は二酸化シリコンである請求項 12、14、16 または 18 のいずれか一つに記載の電子部品。

23. 基板と、この基板の上面に設けた櫛型電極と、この櫛型電極を覆うとともに天面に凹凸形状を有する保護膜とを備え、この保護膜の凹凸形状の 1 ピッチあたりのピッチ幅を  $L$ 、前記保護膜の凹凸形状の 1 ピッチあたりの凹凸の凸部の頂部の幅を  $L_1$ 、凹部の幅を  $L_2$ 、前記ピッチ幅  $L$  と  $(L - L_2)$  との比  $(L - L_2) / L$  を  $\eta'$ 、前記櫛型電極の 1 ピッチあたりのピッチ幅を  $p$ 、前記櫛型電極を構成する電極指 1 本あたりの幅を  $p_1$ 、前記電極指間の幅を  $p_2$ 、前記櫛型電極のピッチ  $p$  と前記電極指 1 本の幅  $p_1$  との比  $p_1 / p$  を  $\eta$  としたとき、

$$\eta' - 0.3 < \eta \leq \eta'$$

(ただし、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 = p$ 、 $L_1 > p_1$  の関係を満たす)

である電子部品。

24. 1 ピッチあたりの保護膜と、櫛型電極との隣合う電極指間の幅  $p_2$  との関係が、

$$L_1 + L_2 < L \text{ かつ } L_2 < p_2$$

(ただし、 $L \div p$ 、 $p_1 + p_2 \div p$  の関係を満たす)

である請求項 23 に記載の電子部品。

25. 基板と、この基板の上面に設けた櫛型電極と、この櫛型電極を覆うとと

もに天面に凹凸形状を有する保護膜とを備え、この保護膜の凹凸形状の1ピッチあたりのピッチ幅をL、前記保護膜の凹凸形状の1ピッチあたりの凹凸の凸部の頂部の幅をL1、凹部の幅をL2、前記櫛型電極の1ピッチあたりのピッチ幅をp、前記櫛型電極を構成する電極指1本あたりの幅をp1、前記電極指間の幅をp2としたとき、

$$L1 + L2 < L, L2 < p2, \text{かつ} L1 \leq p1$$

(ただし、 $L \doteq p$ 、 $p1 + p2 \doteq p$ の関係を満たす)

である電子部品。

26. 基板は、タンタル酸リチウムからなる基板であって、このタンタル酸リチウム基板の切出し角度が、X軸周りにZ軸方向への回転角度を $D^\circ$ とした場合、

$$38^\circ \leq D^\circ$$

のY板から切出されたものである請求項23または25のいずれかに記載の電子部品。

27. 保護膜は、基板表面から前記保護膜の凹部までの高さをtとしたとき、

$$18\% \leq t / (2 \times p) \leq 35\%$$

である請求項23または25のいずれかに記載の電子部品。

28. 保護膜は、二酸化シリコンである請求項23または25に記載の電子部品。

29. 少なくとも1つのアンテナと、このアンテナに電氣的に接続する電気回路とを有する電子機器であって、前記電気回路は複数の電子部品を備え、この複数の電子部品の少なくとも一つは、請求の範囲1ないし28の何れかに記載の電子部品である電子機器。



図2A



図2B

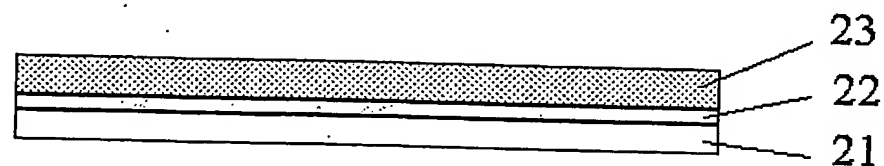


図2C

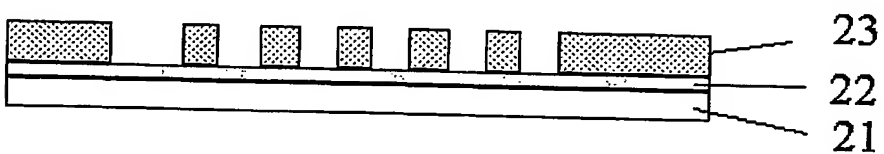


図2D



図2E

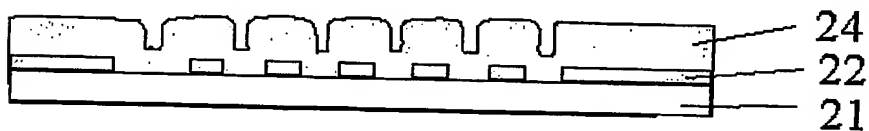


図2F

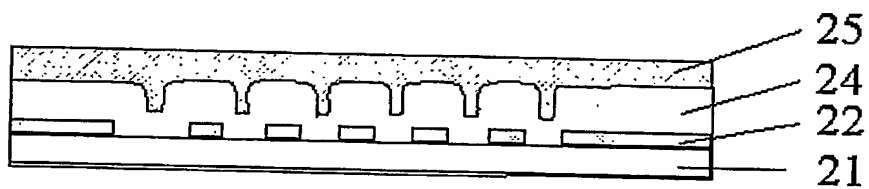


図2G

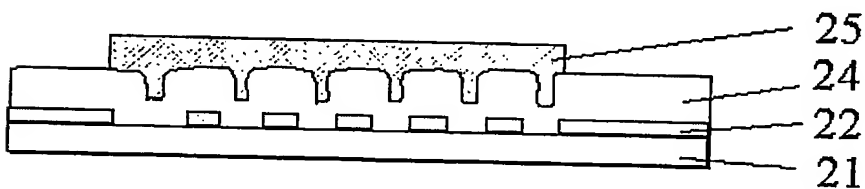


図2H

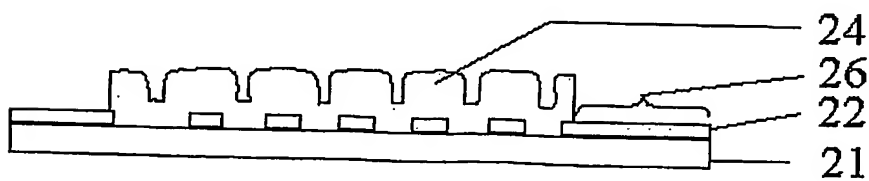


図3

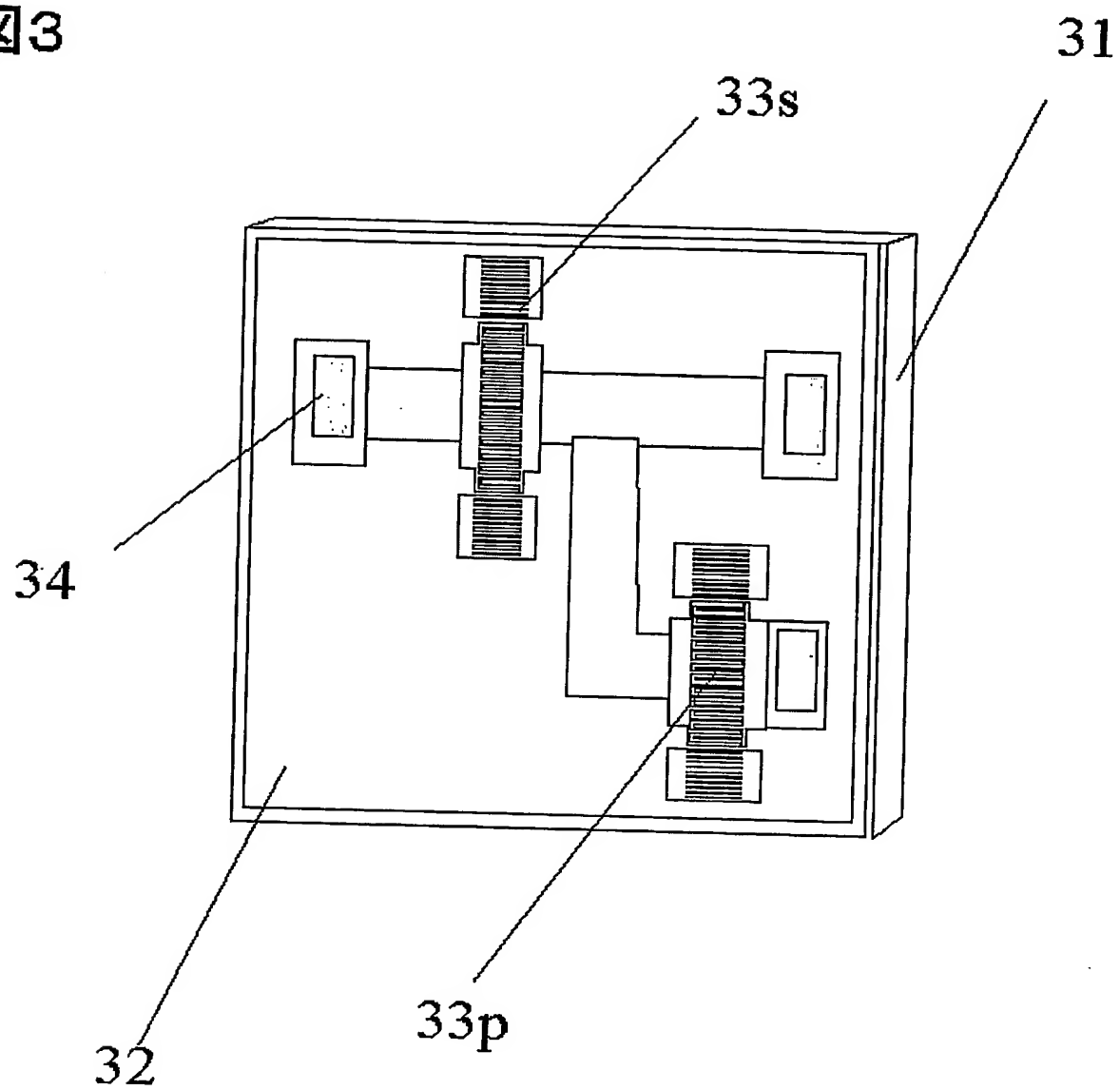
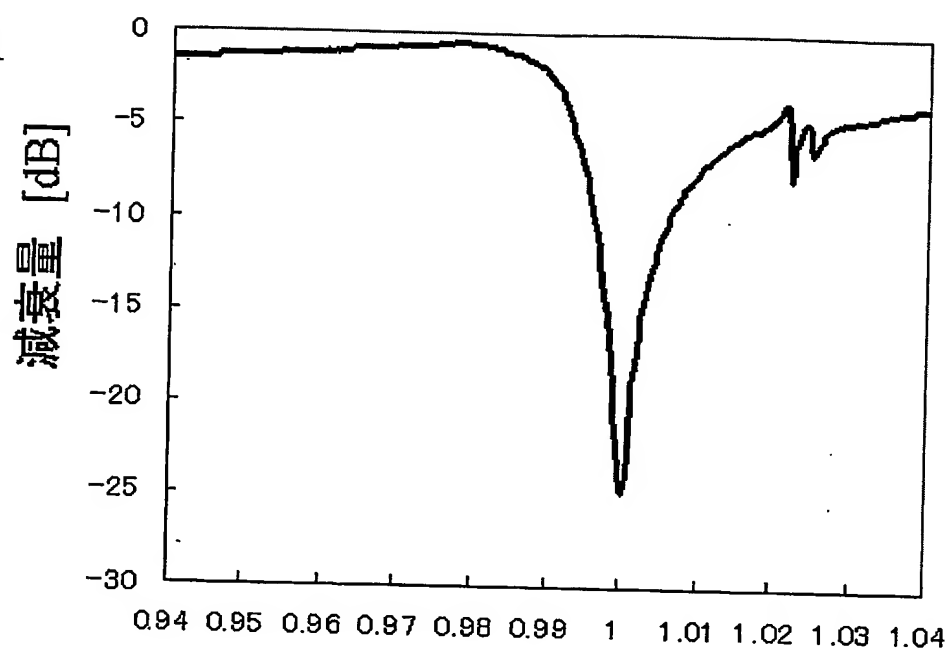
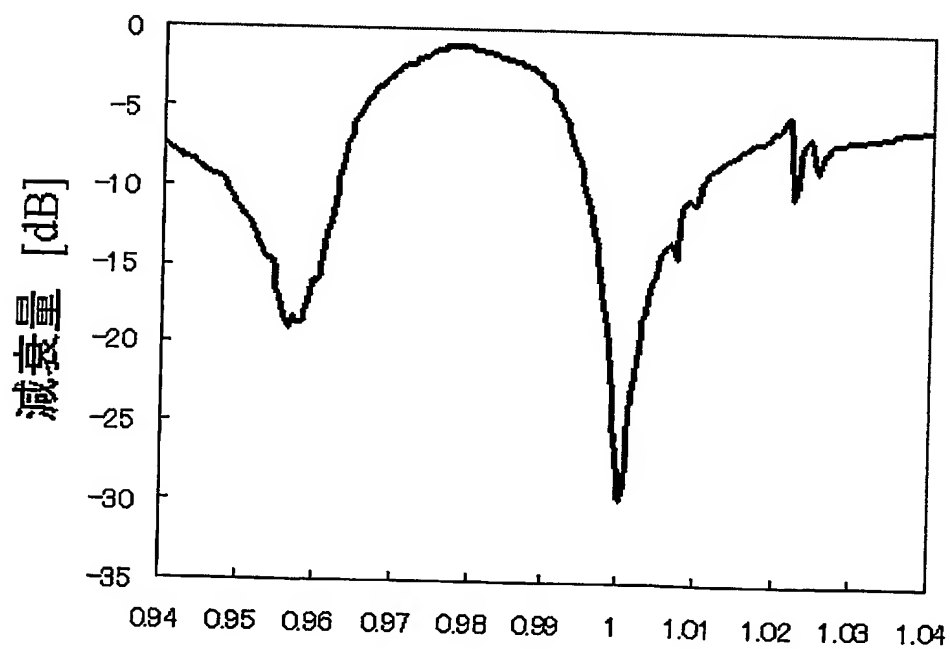


図4A



規格化周波数

図4B



規格化周波数



図5A

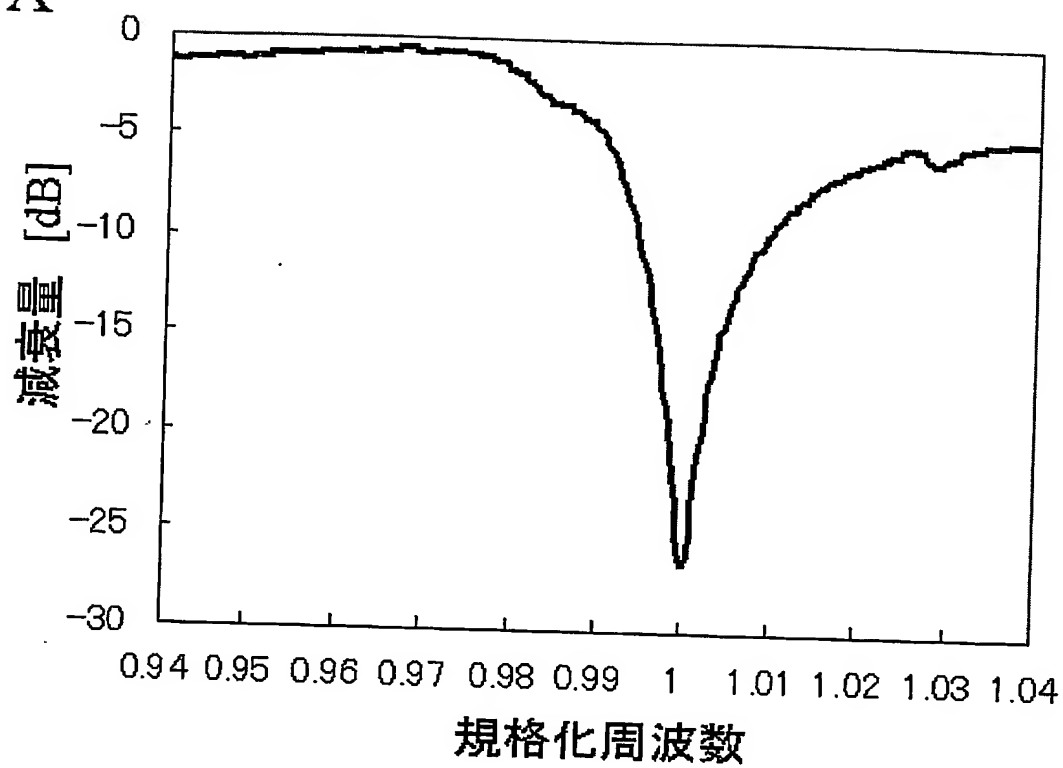


図5B

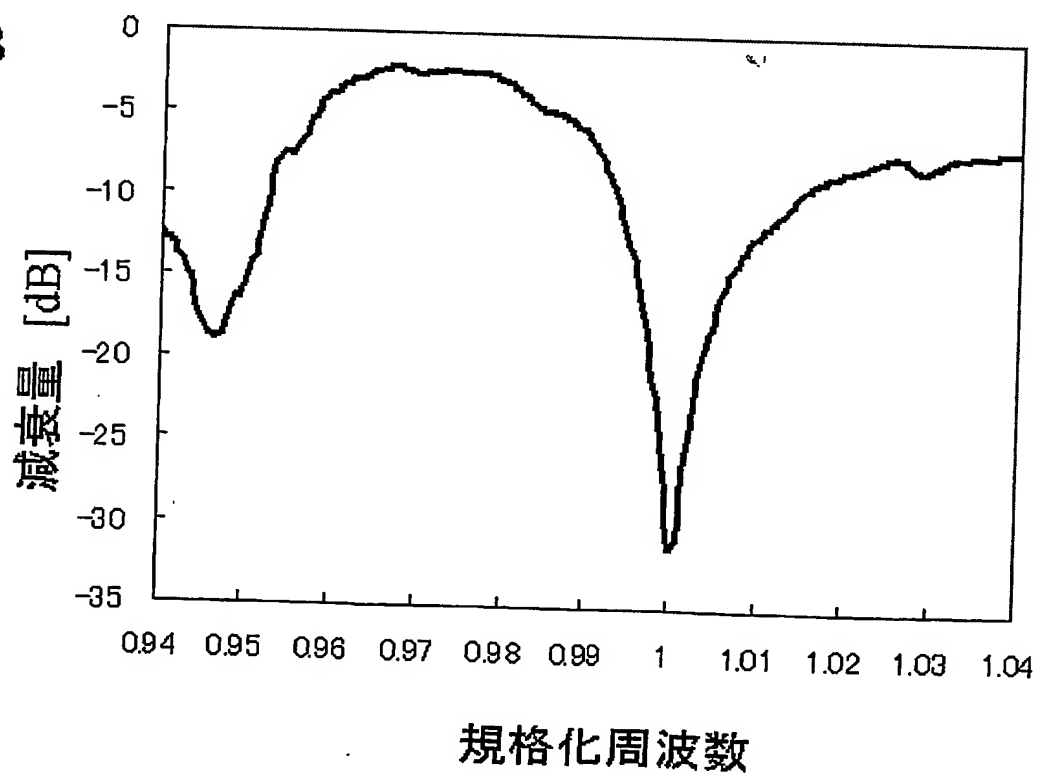


図6A

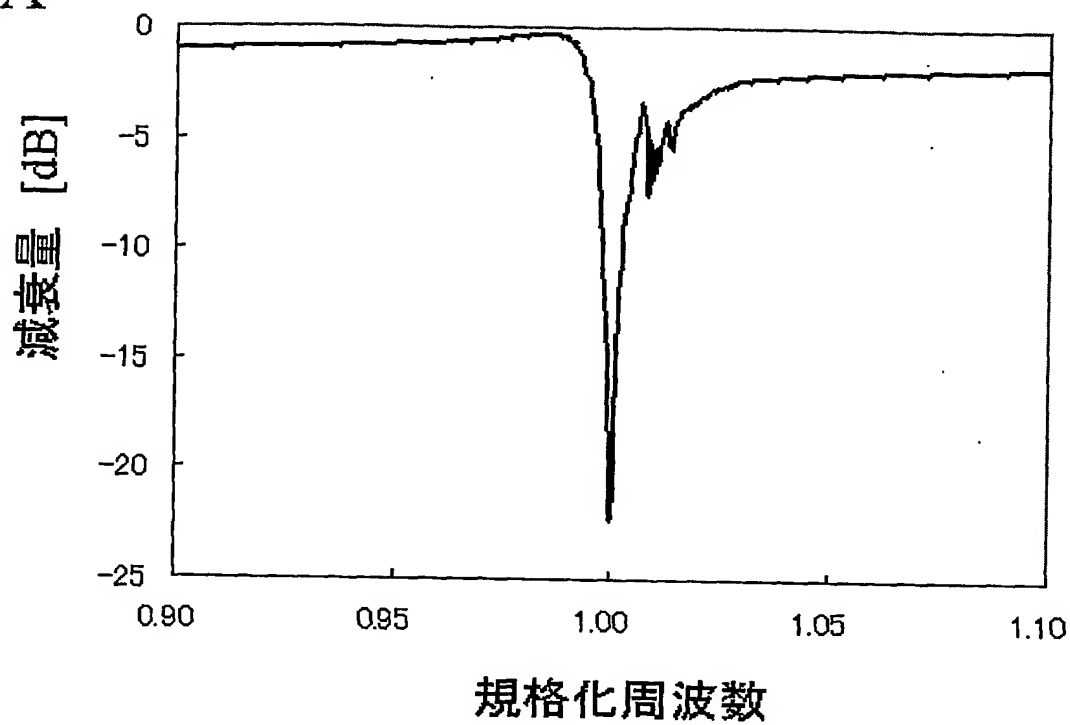


図6B

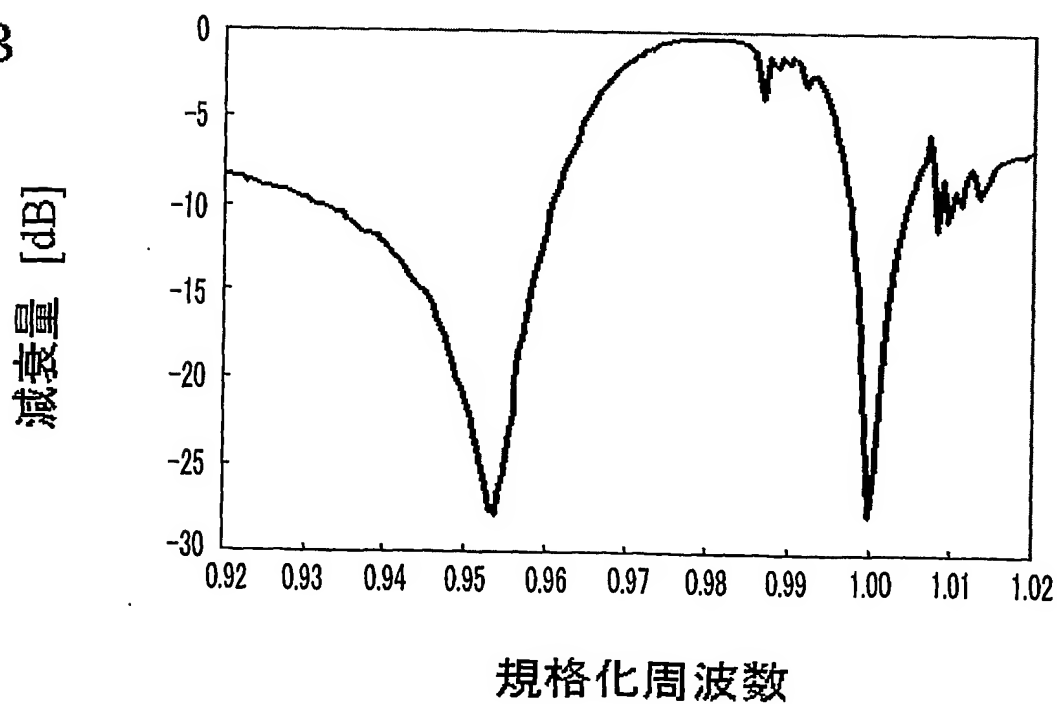


図7

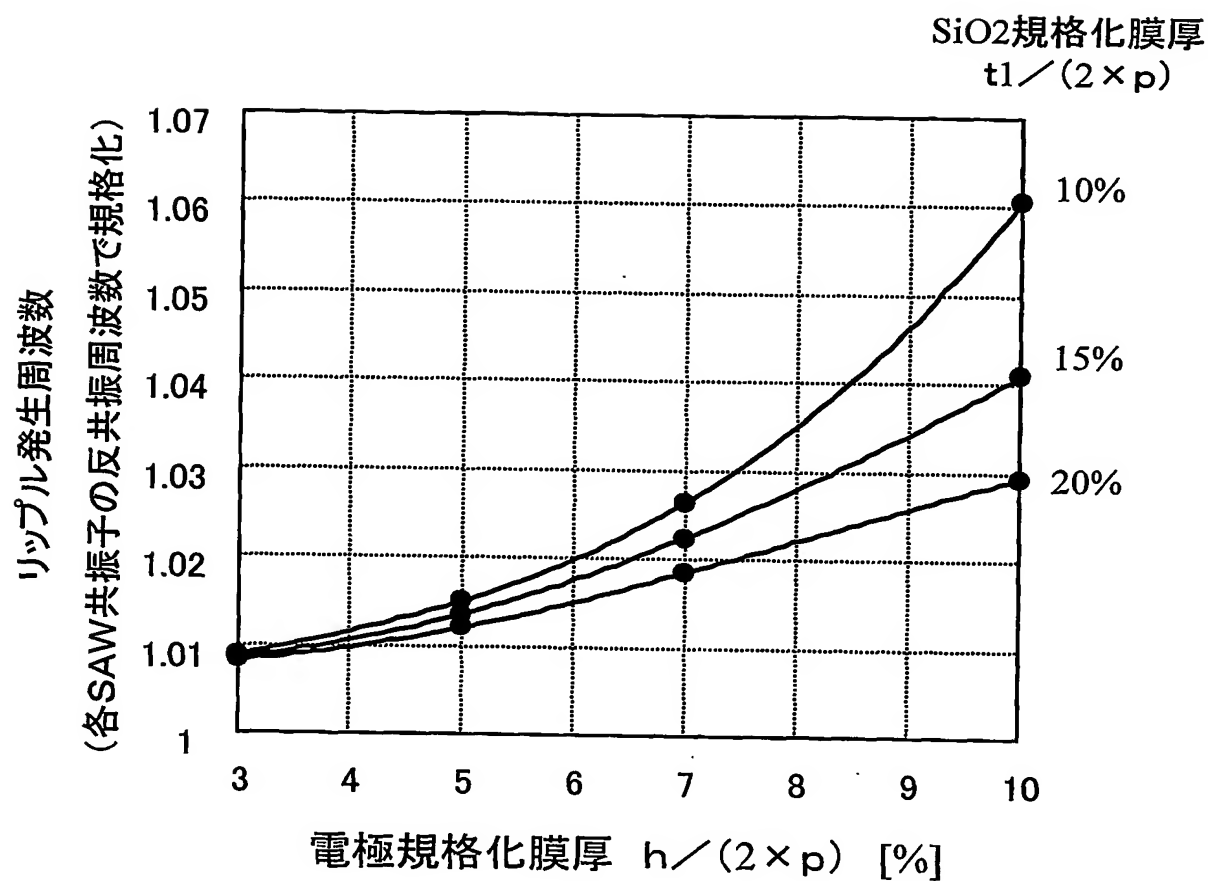


図8

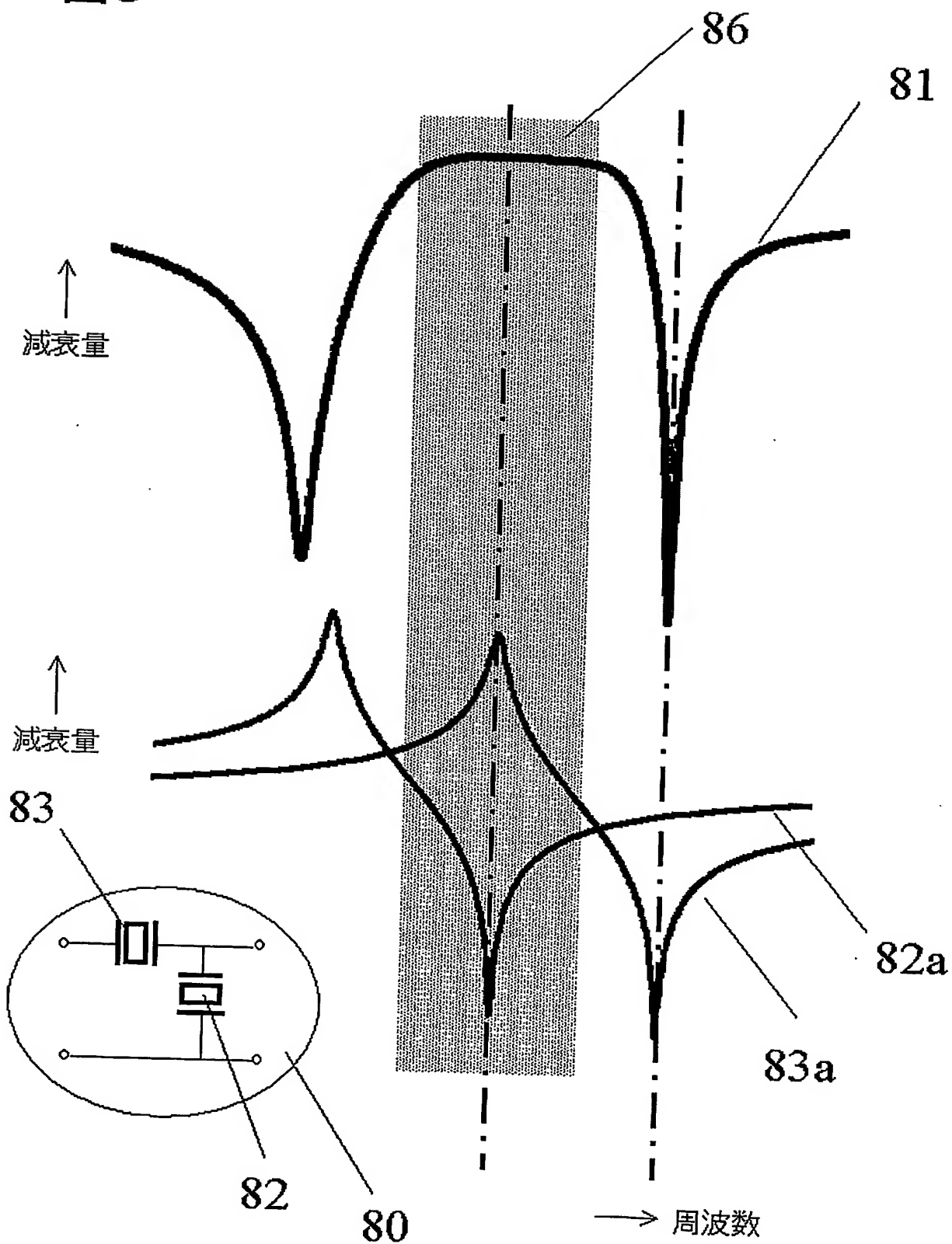


図9

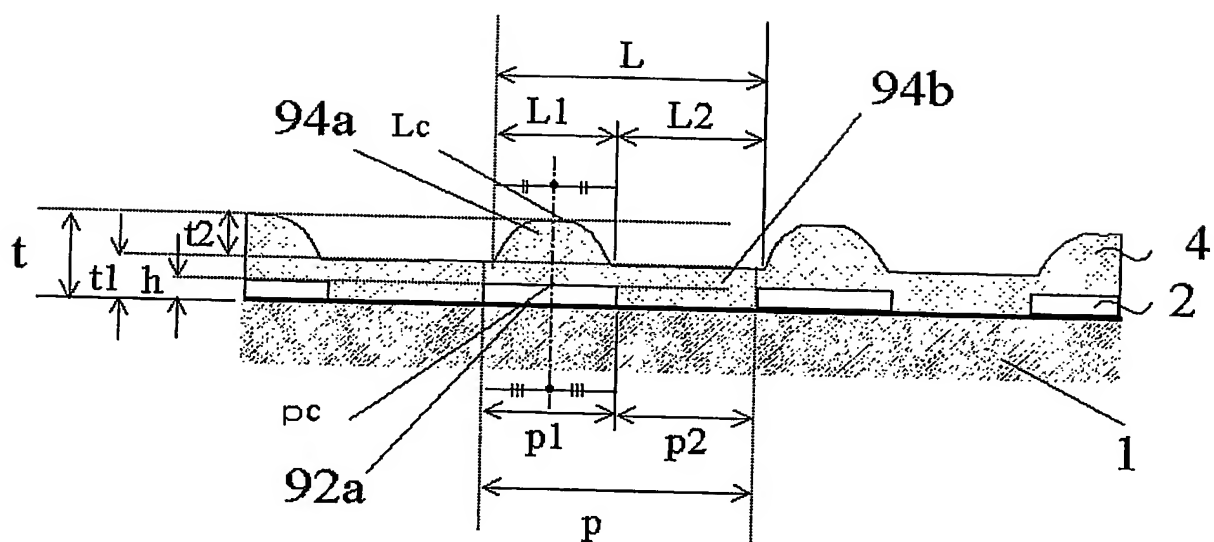


図10A

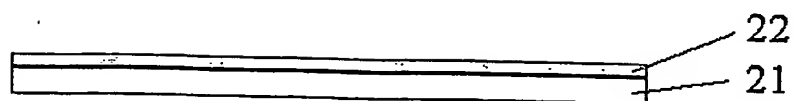


図10B

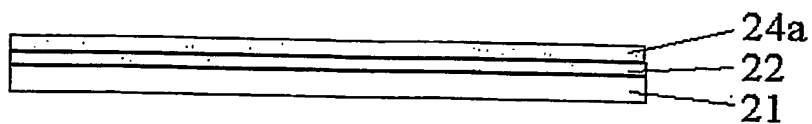


図10C

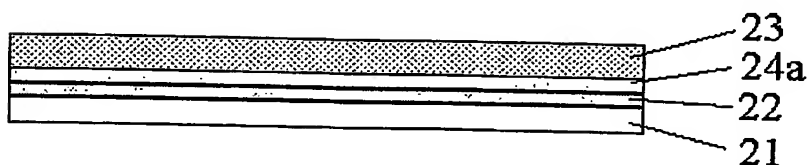


図10D

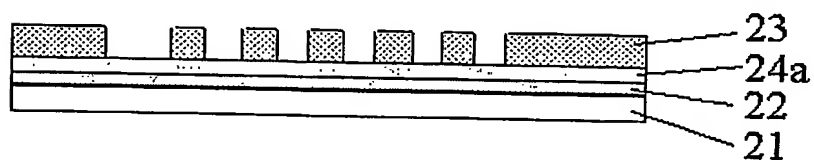


図10E



図10F



図10G

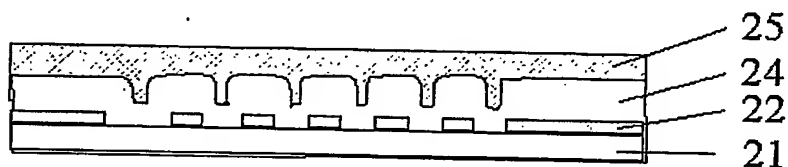


図10H

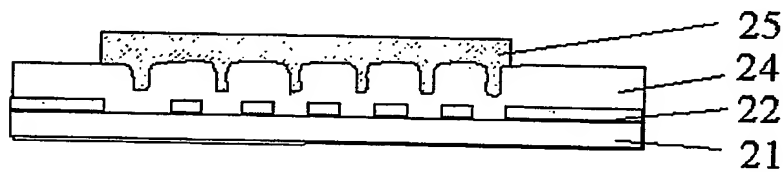


図10I

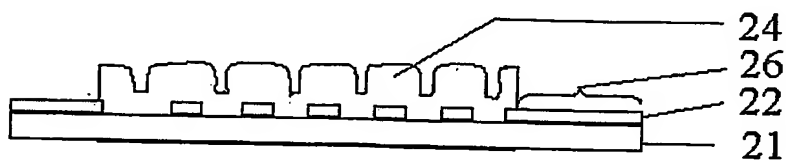


図11A

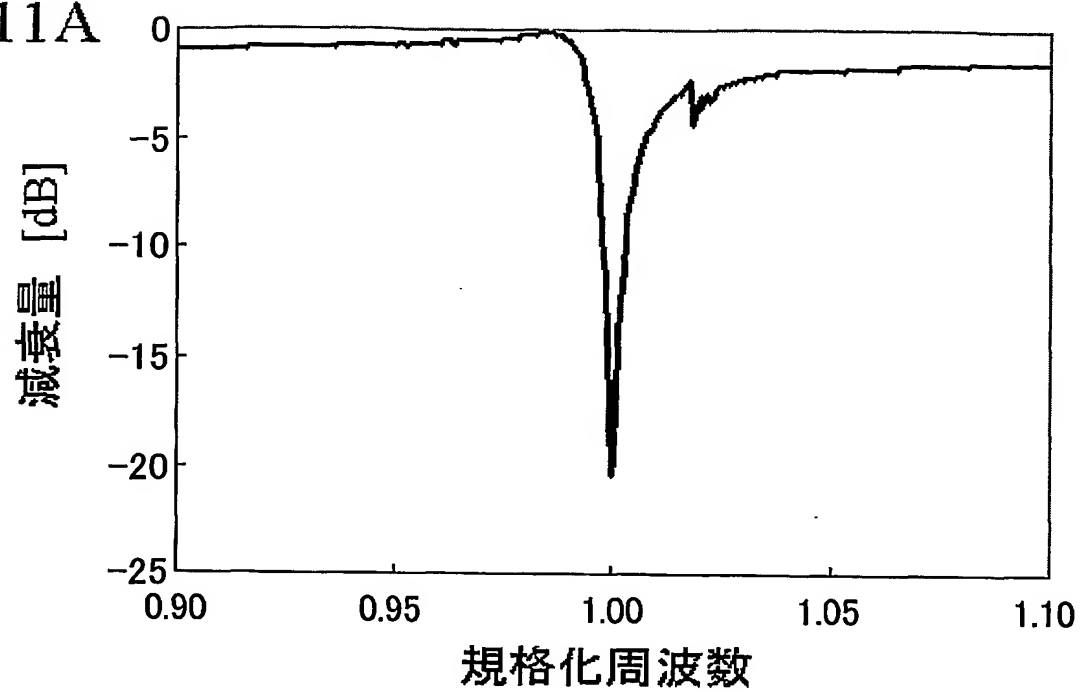


図11B

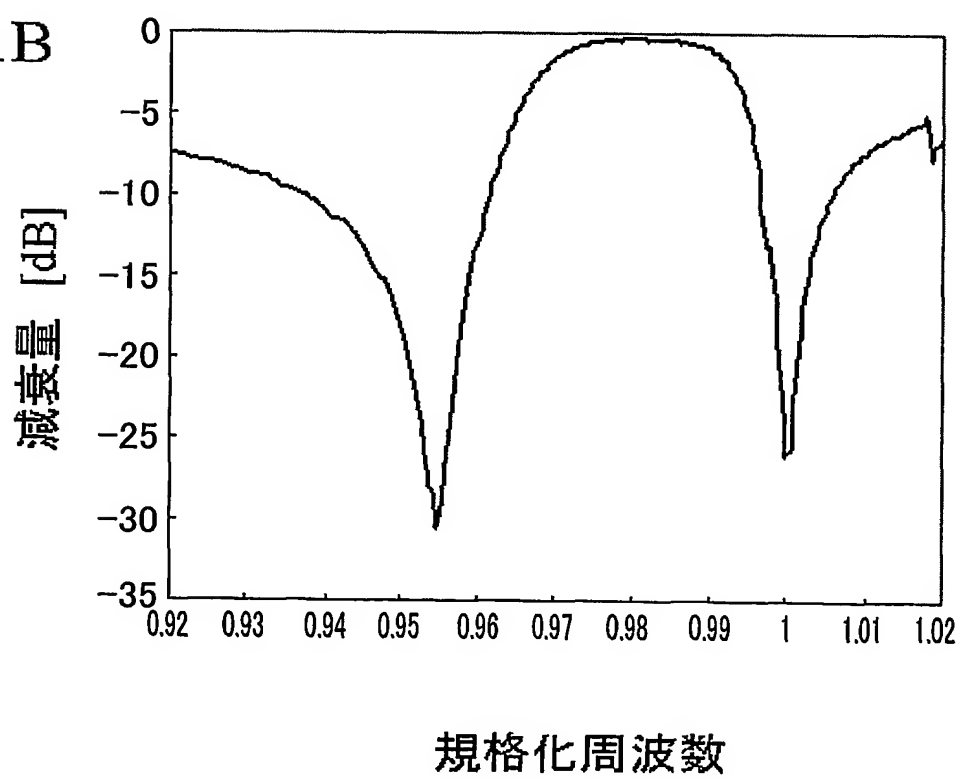
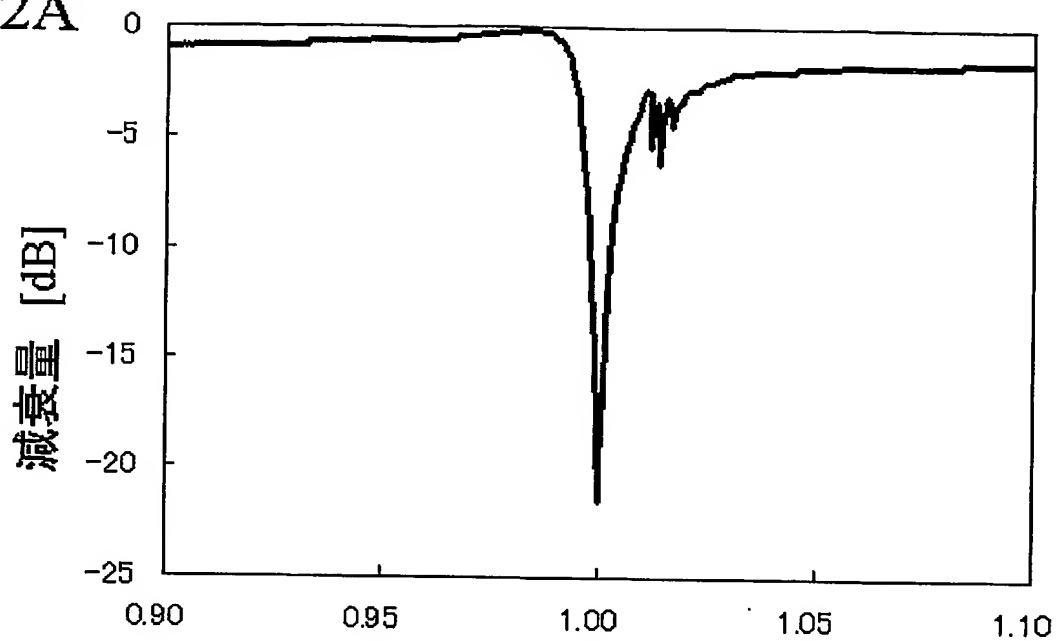
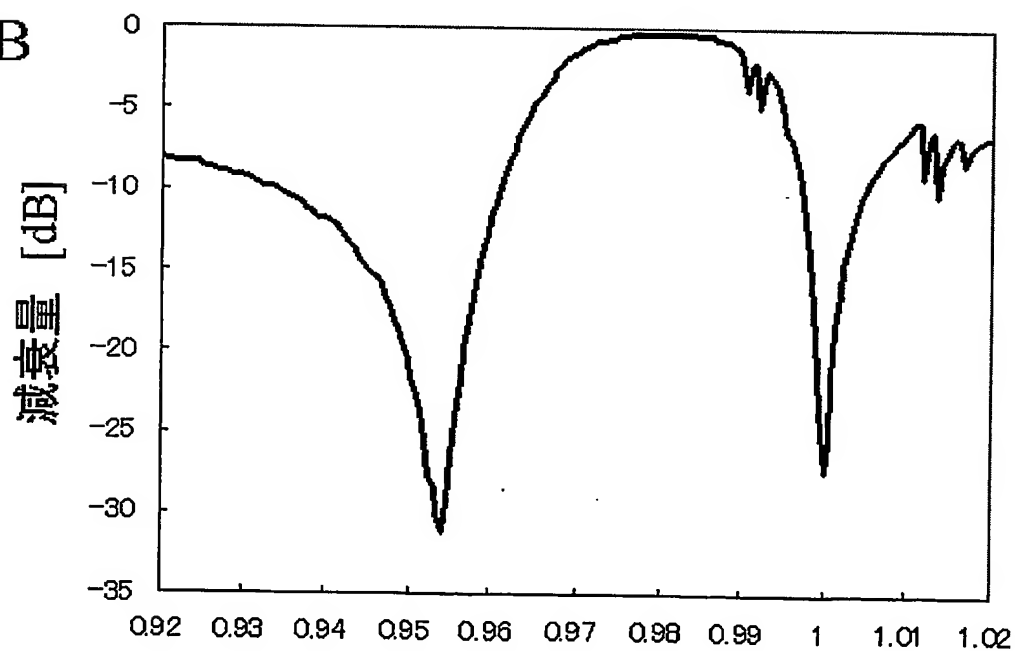


図12A



規格化周波数

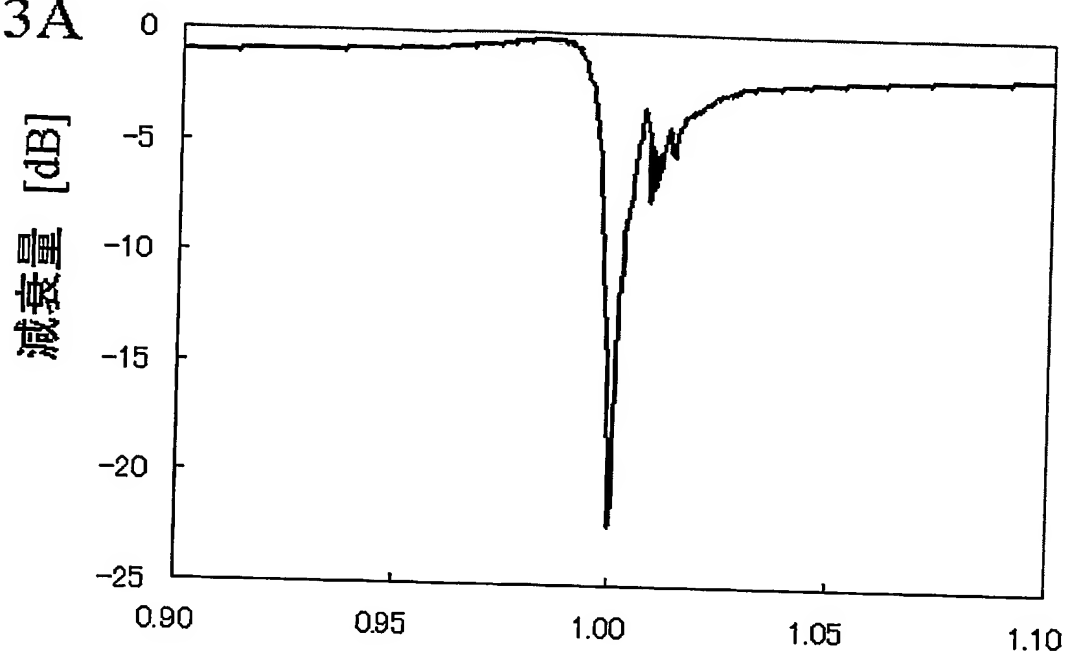
図12B



規格化周波数

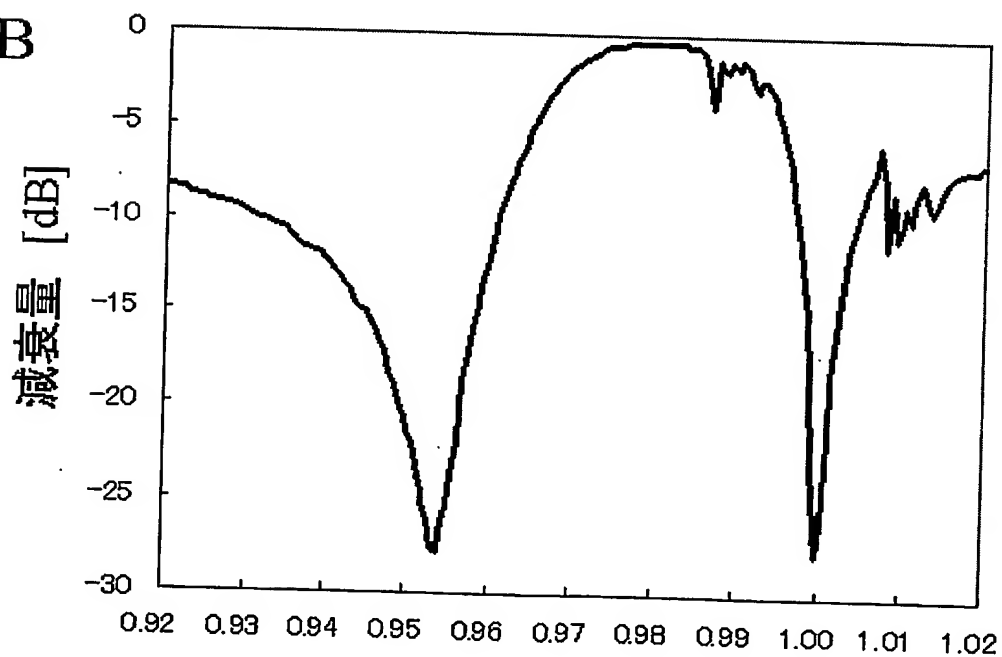


図13A



規格化周波数

図13B



規格化周波数

图 14

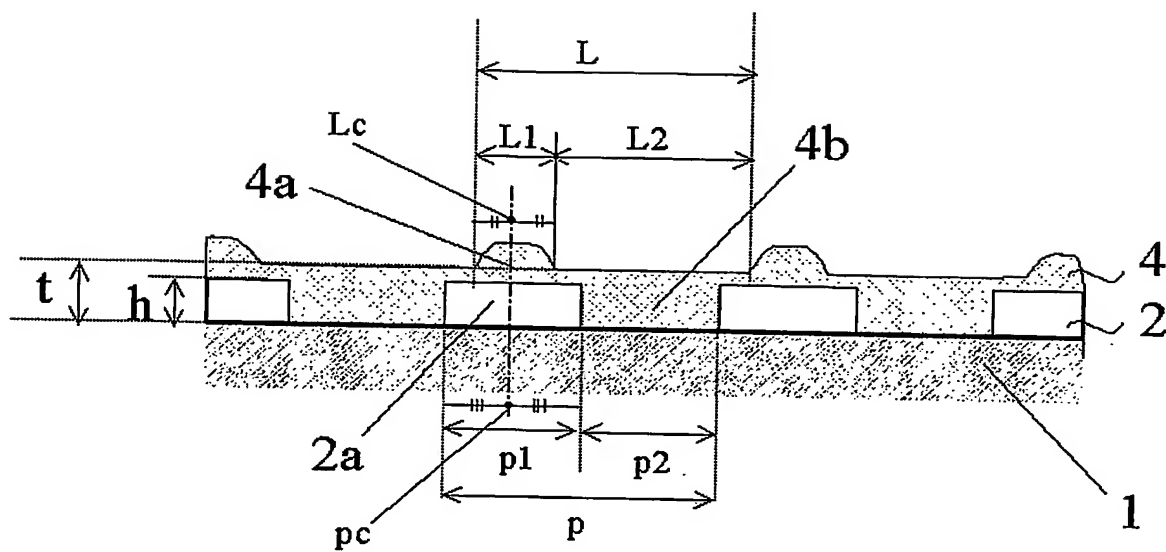


図15A

実施例3

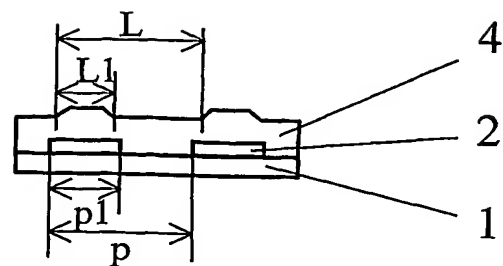


図15B

実施例4

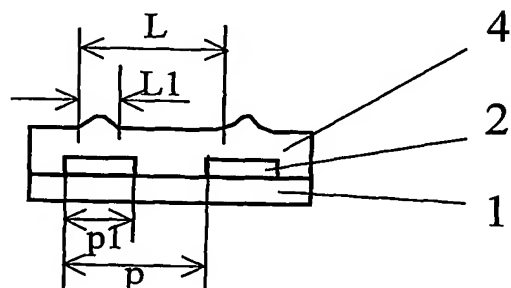
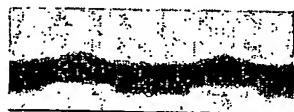


図15C

実施例5

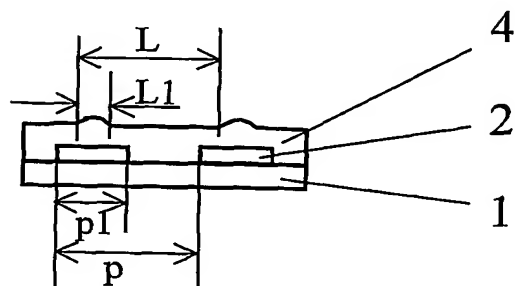
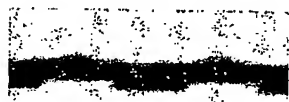


図15D

比較例6

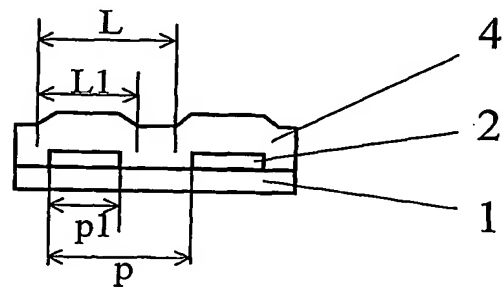
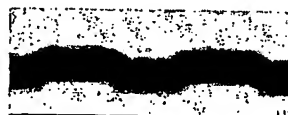


図15E

比較例7

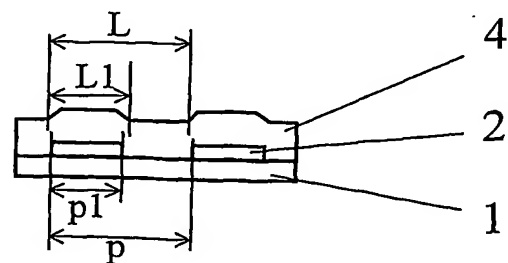


図16

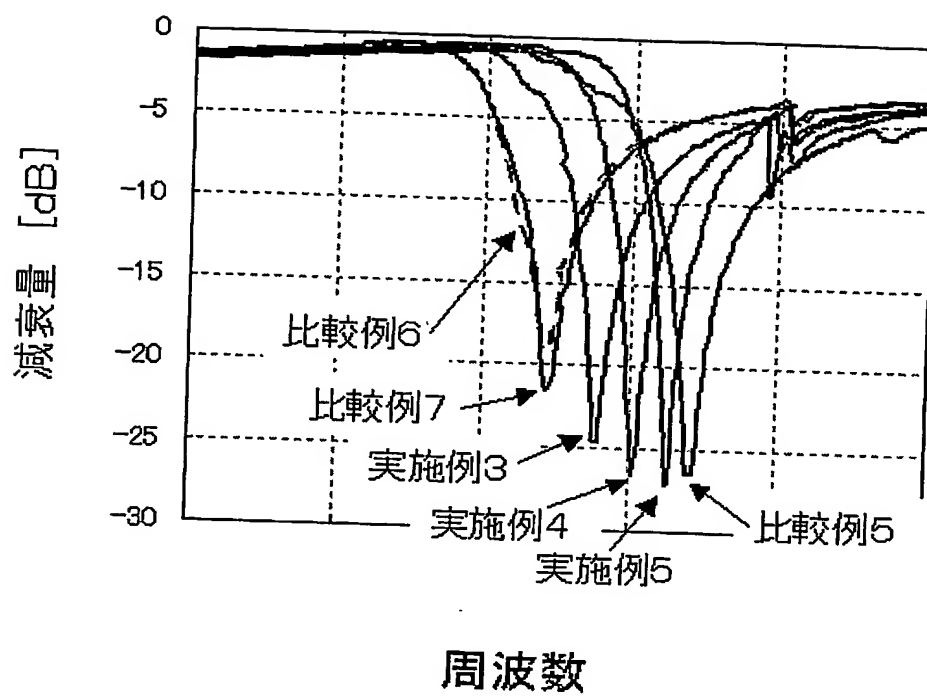


図17

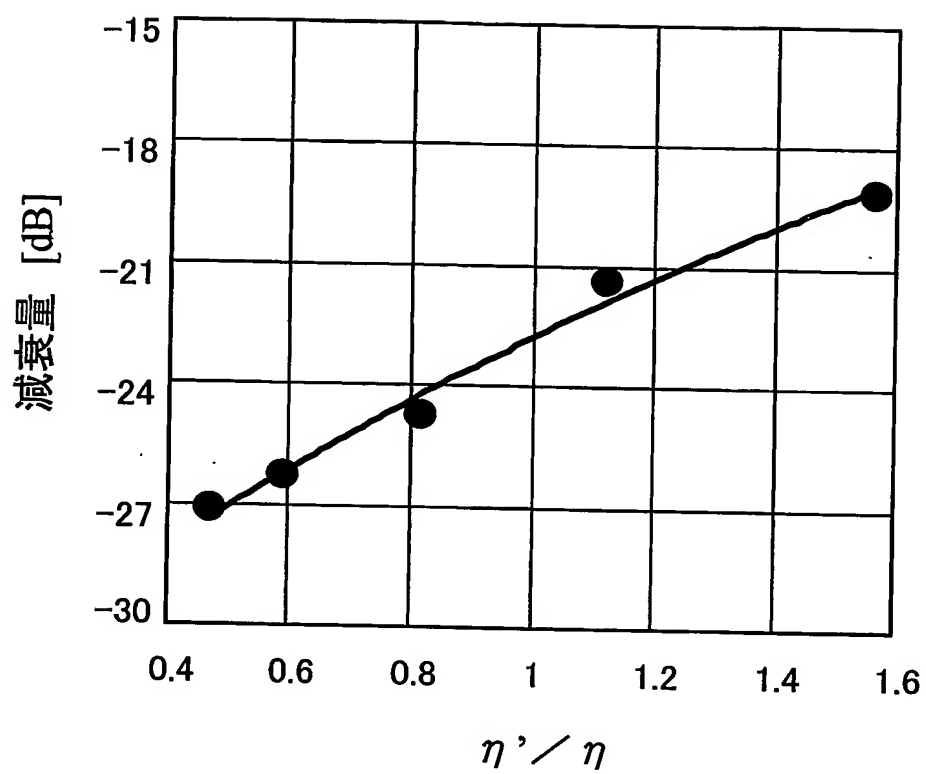


図18A

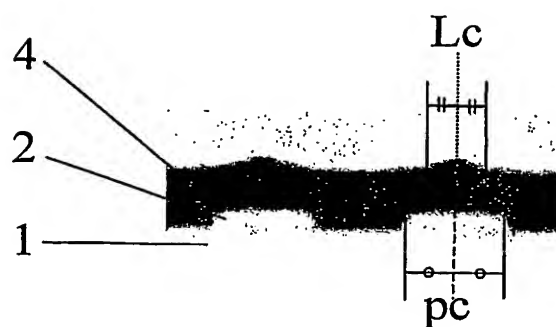


図18B

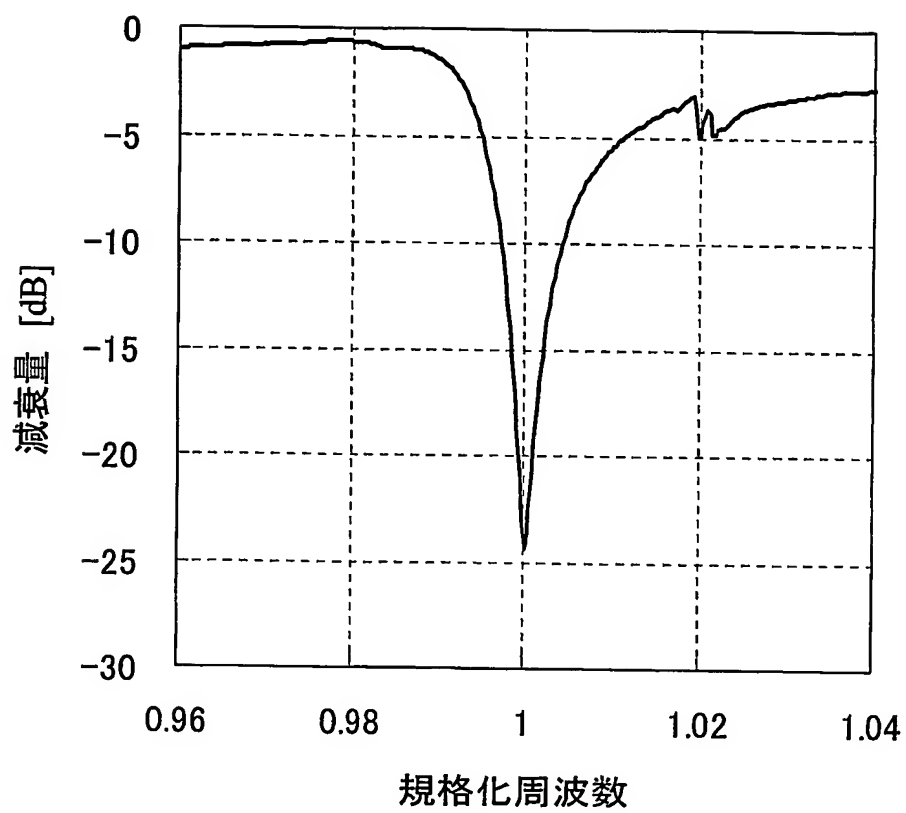


図19A

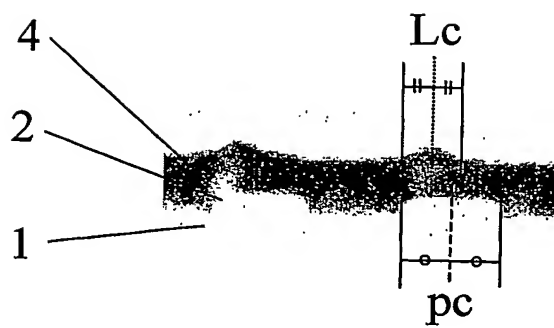


図19B

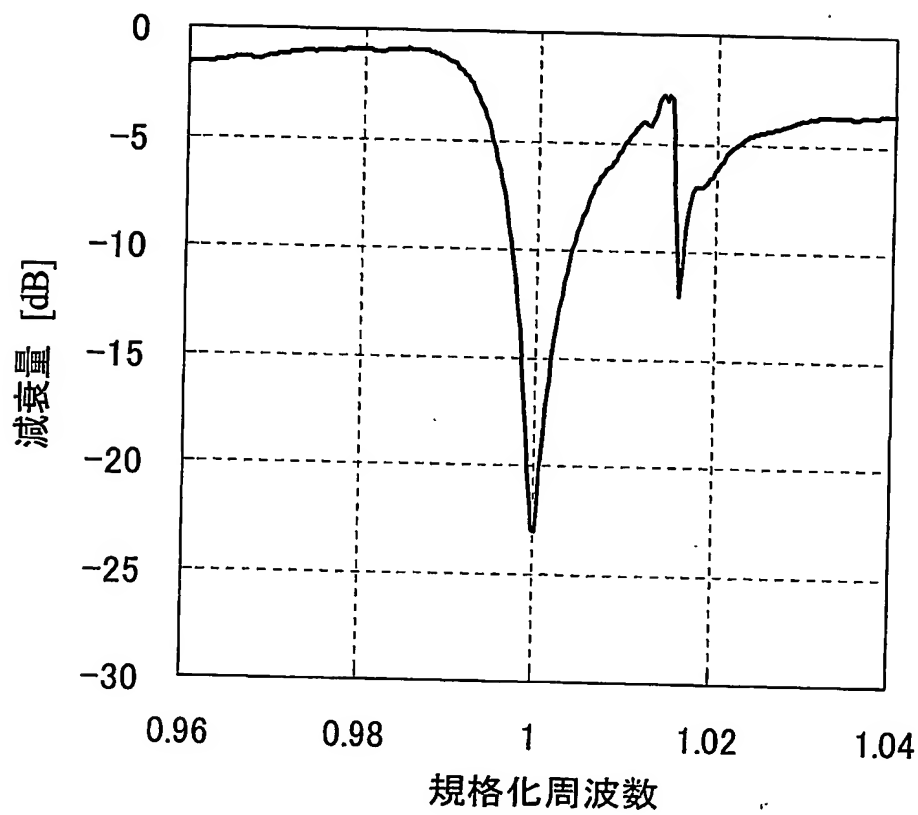


図20

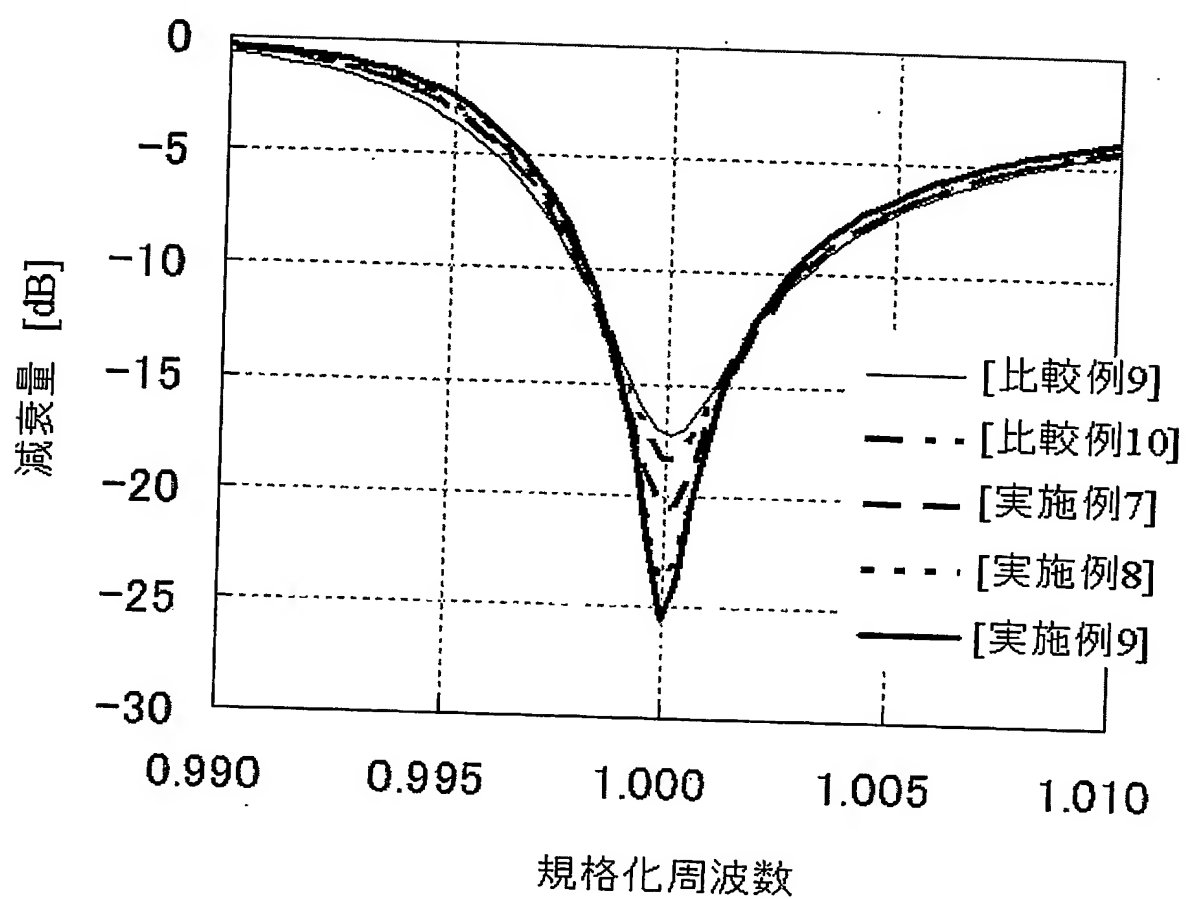




図21

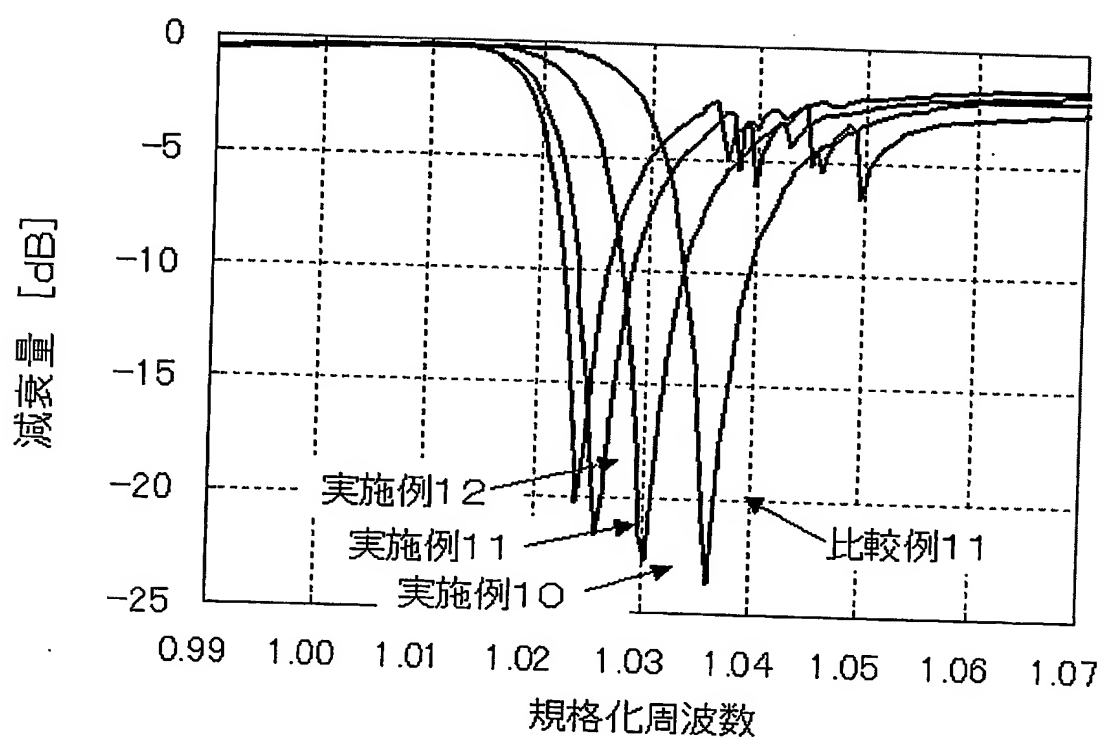


図22

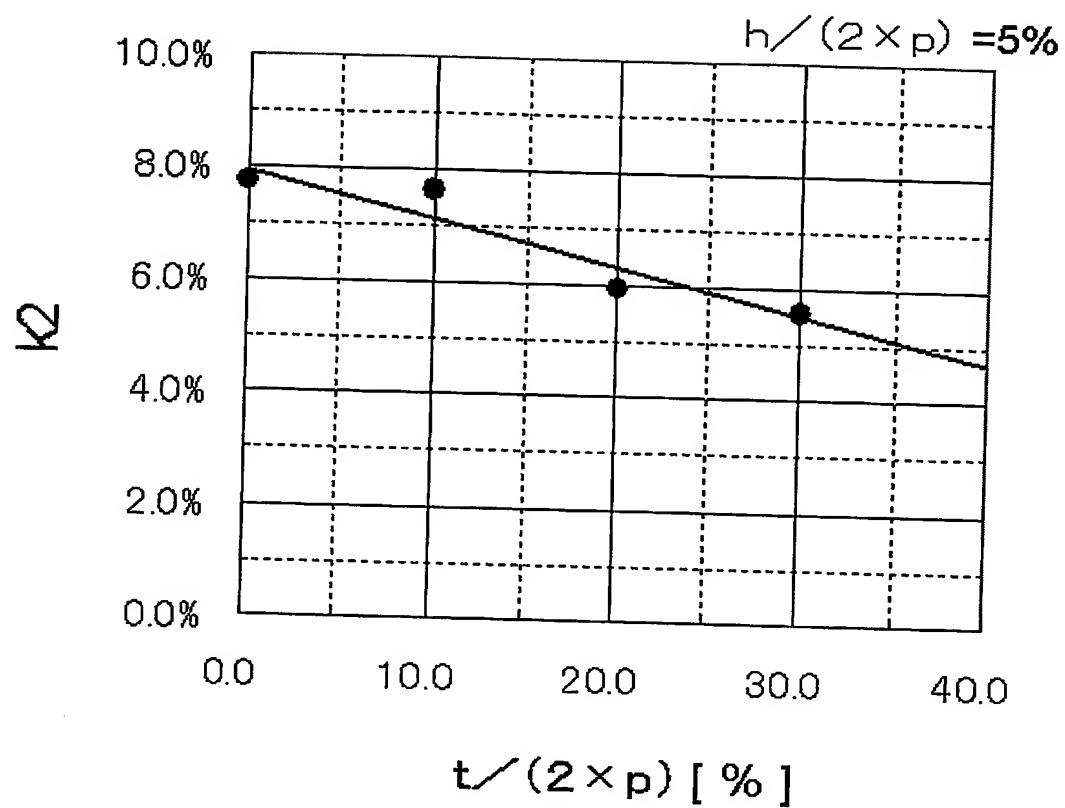


図23

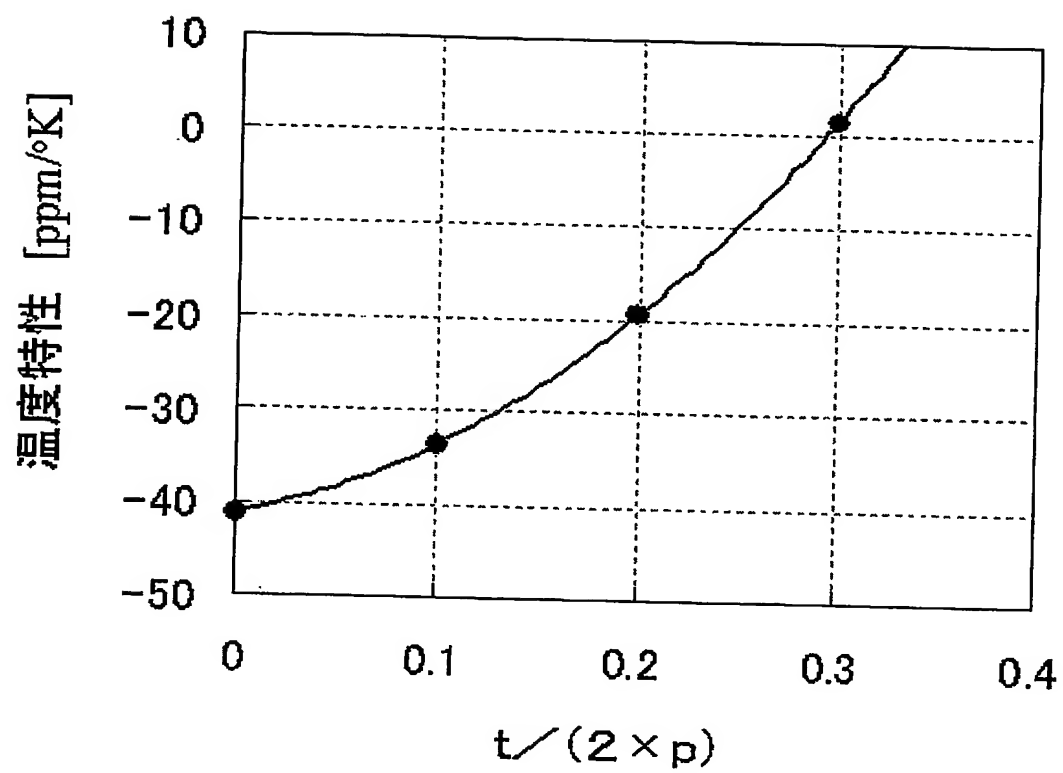


図24A

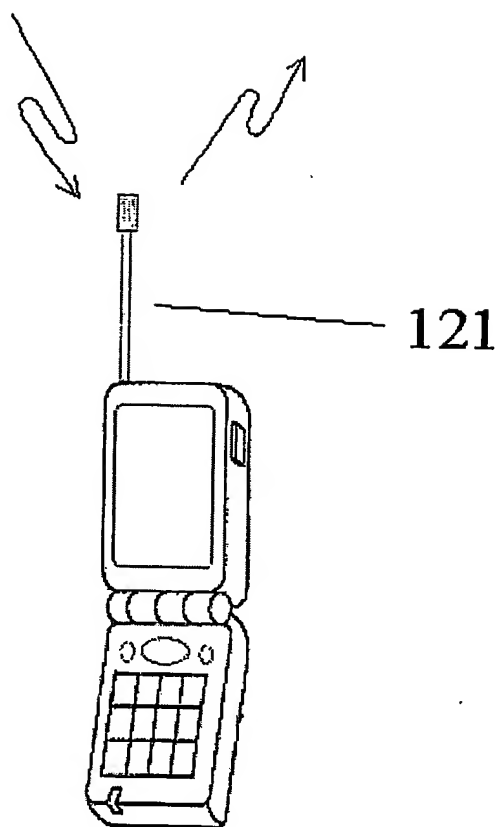


図24B

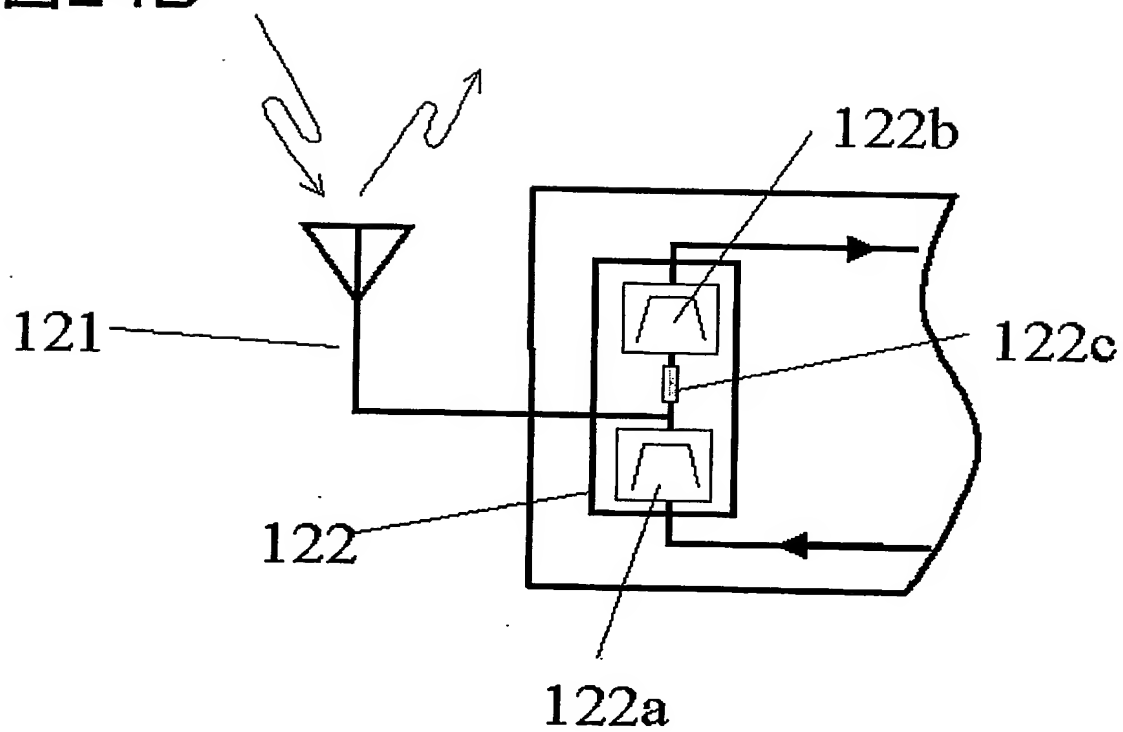


図25A

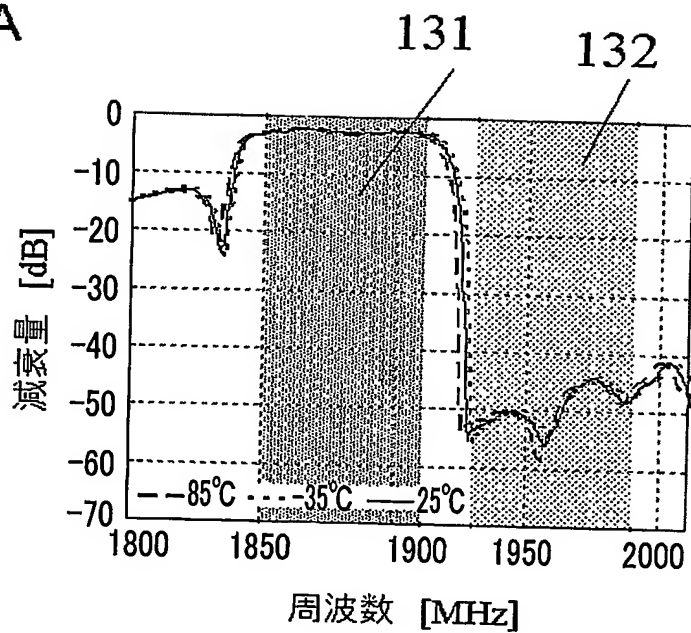


図25B

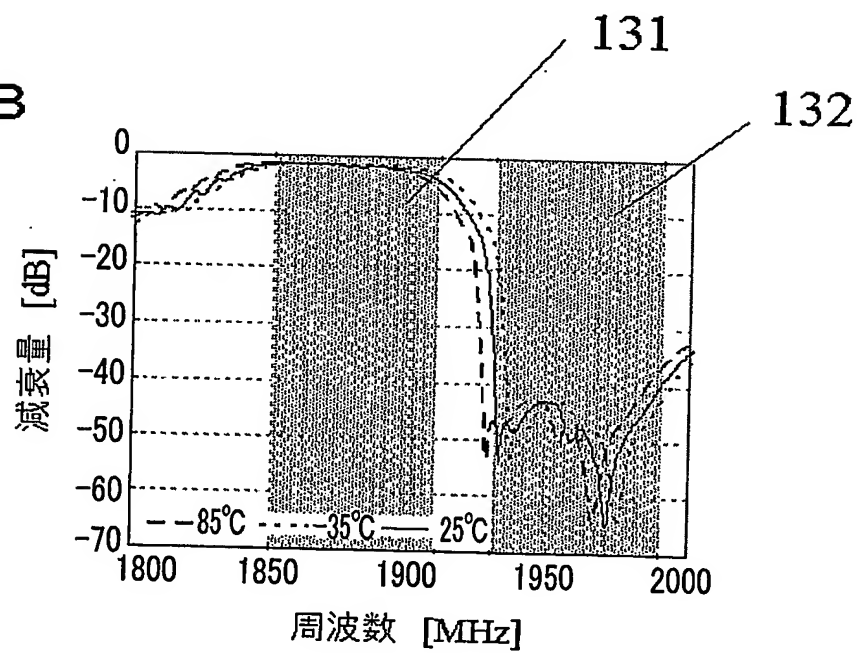




図27

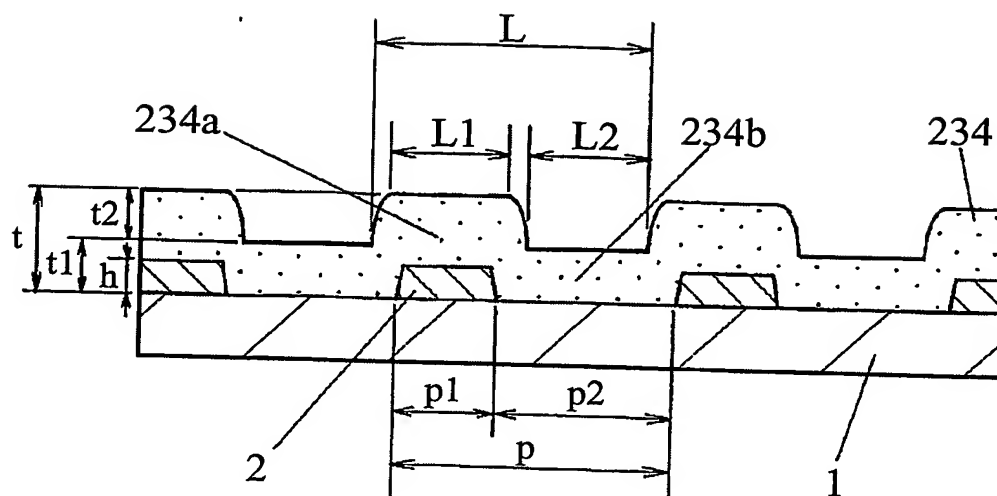


図28

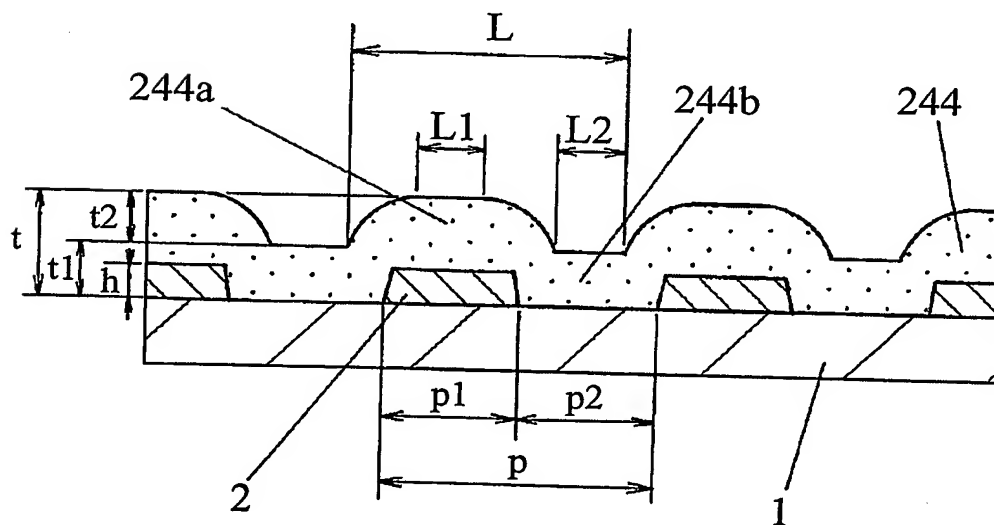


図29

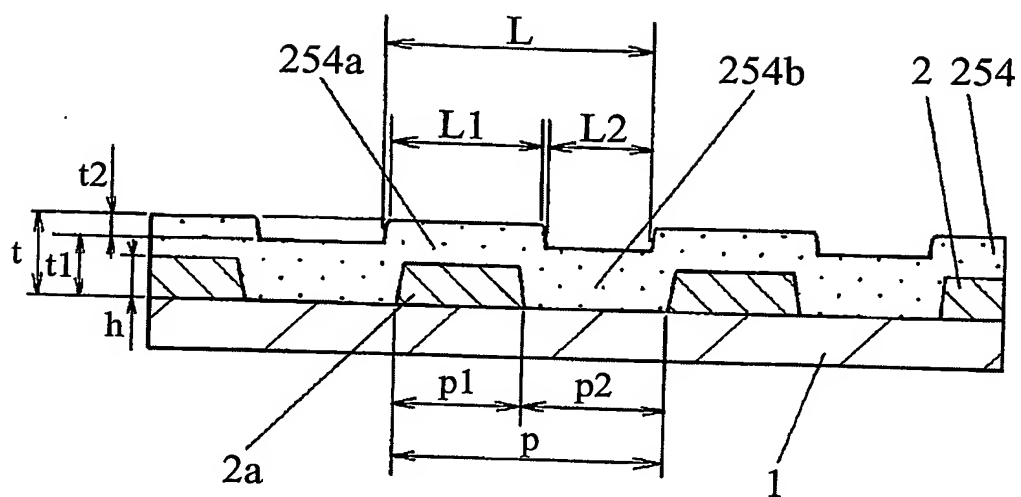


図30

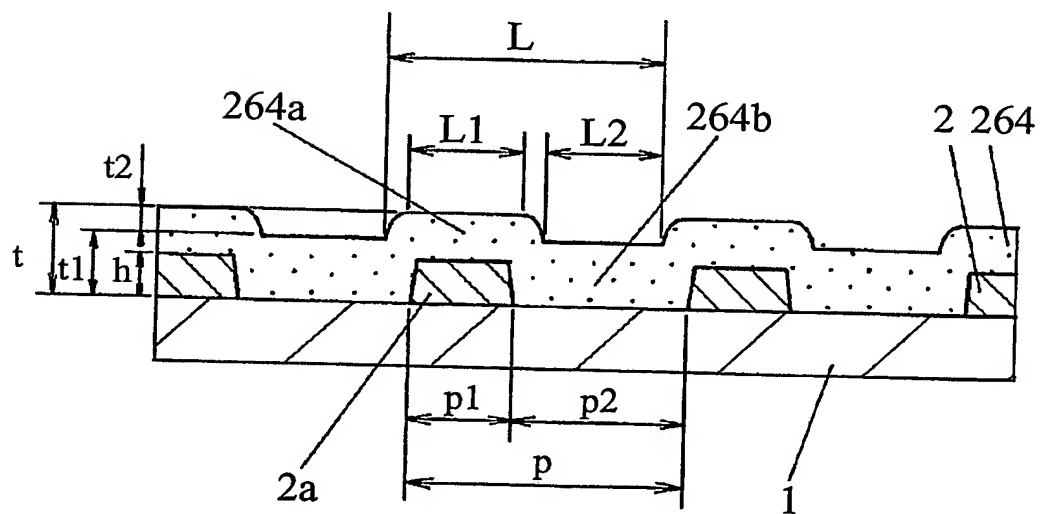




図31

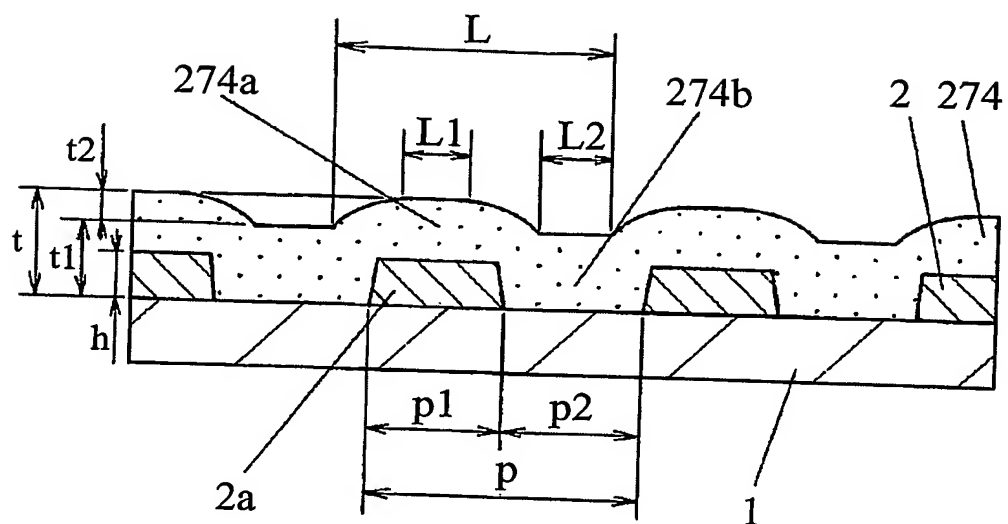


図32

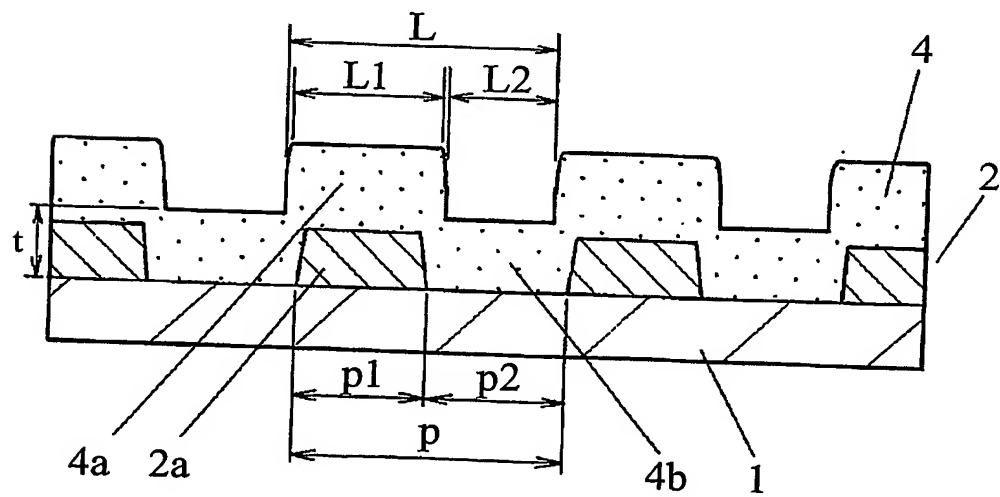


図33

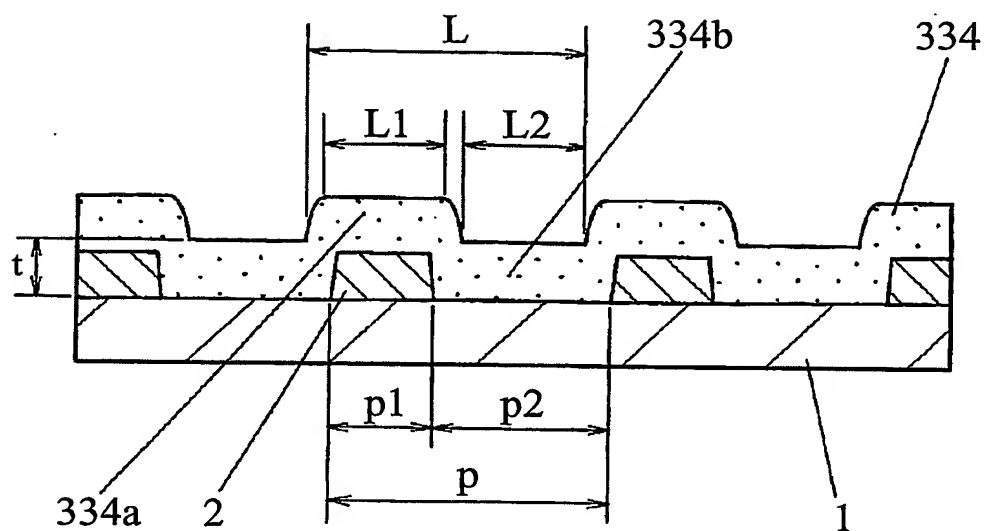


図34

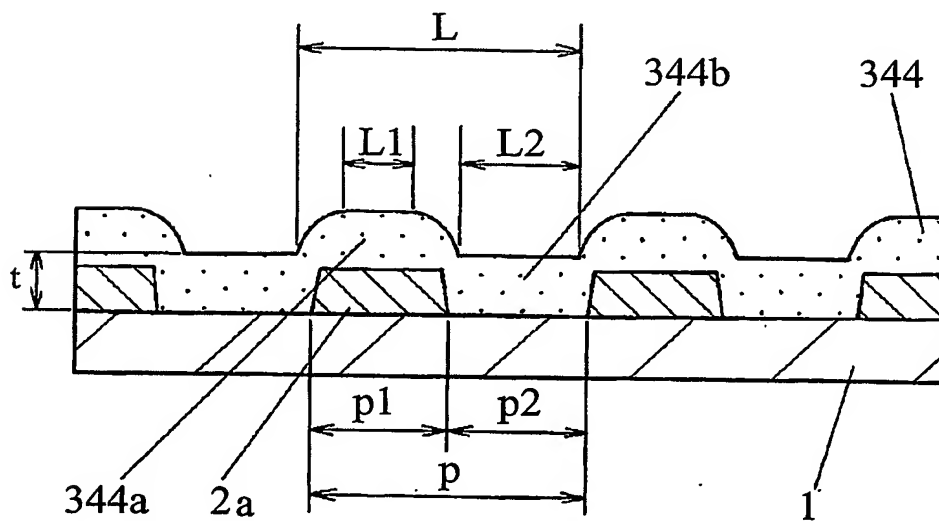


図35A

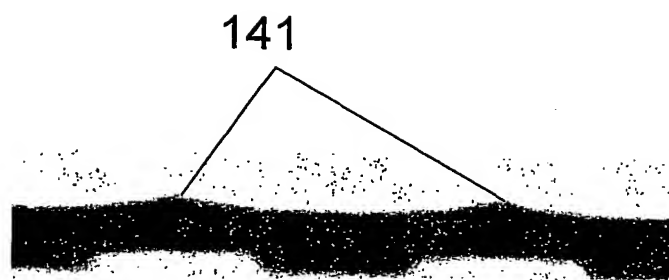
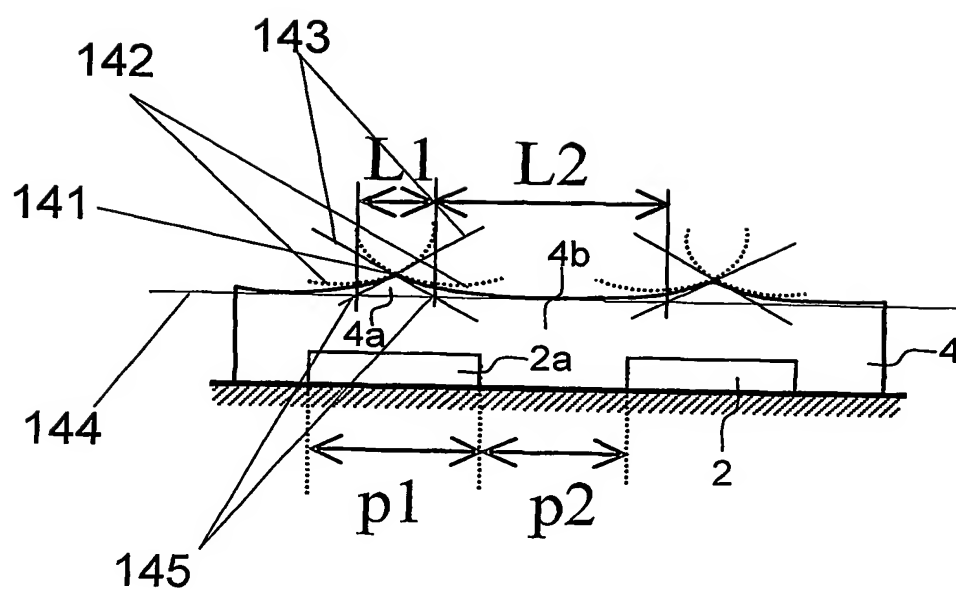


図35B



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Publication No.

PCT/JP03/16513

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> H03H9/145, H03H9/25, H03H9/64

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> H03H9/02-9/74

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JOIS

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	WO 96/4713 A1 (Japan Energy Corp.), 15 February, 1996 (15.02.96), Full text; all drawings & JP 08-222981 A & EP 744830 A1 & US 5923231 A1	1, 2, 5-11, 16-29 3, 4, 12-15
Y	JP 61-136312 A (Alps Electric Co., Ltd.), 24 June, 1986 (24.06.86), Full text; all drawings (Family: none)	1, 2, 5-11, 16-29
Y	JP 09-167936 A (Fujitsu Ltd.), 24 June, 1997 (24.06.97), Full text; all drawings & US 6037847 A1 & DE 19641662 A1	2, 7, 10, 11, 19, 20, 26

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
23 April, 2004 (23.04.04)Date of mailing of the international search report  
18 May, 2004 (18.05.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Publication No.

PCT/JP03/16513

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 08-265088 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 11 October, 1996 (11.10.96), Full text; all drawings & EP 734120 A1 & US 5923231 A1	4, 8, 10, 15, 21, 27
A	JP 60-90412 A (Pioneer Kabushiki Kaisha Handotai Kenkyusho), 21 May, 1985 (21.05.85), Full text; all drawings (Family: none)	1-29

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H03H9/145 H03H9/25 H03H9/64

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H03H 9/02-9/74

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JOIS

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	WO 96/4713 A1 (株式会社ジャパンエナジー) 1996.02.15, 全文, 全図 & JP 08-22298 1 A & EP 744830 A1 & US 59232 31 A1	1, 2, 5-11, 16-29
A		3, 4, 12-15
Y	JP 61-136312 A (アルプス電気株式会社) 1986.06.24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 2, 5-11, 16-29

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23.04.2004

国際調査報告の発送日

18.5.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小林 正明

5W

3248

電話番号 03-3581-1101 内線 3534

## C (続き). 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 09-167936 A (富士通株式会社) 1997. 06. 24, 全文, 全図 & US 6037847 A1 & DE 19641662 A1	2, 7, 10, 11, 19, 20, 26
Y	JP 08-265088 A (株式会社村田製作所) 1996. 10. 11, 全文, 全図 & EP 734120 A 1 & US 5923231 A1	4, 8, 10, 15, 21, 27
A	JP 60-90412 A (パイオニア株式会社半導体研究所) 1985. 05. 21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-29

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**